PERIODICAL
U.S. no. 10
SHED Norway - Fisk.
LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER
Serie Havundersøkelser
(Reports on Norwegian Fishery and Marine Investigations)
Vol. VIII. No. 10
Published by the Director of Fisheries

OCT 23 1951

Østersens respirasjon

Undersøkelser utført ved Statens Utklekninsanstalt Flødevigen

Av
ELISABETH PEDERSEN

Summary in English.

1947

A.s John Griegs Boktrykkeri, Bergen

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER
Serie Havundersøkelser

(Reports on Norwegian Fishery and Marine Investigations)
Vol. VIII. No. 10

Published by the Director of Fisheries

Østersens respirasjon

Undersøkelser utført ved Statens Utklekninsanstalt Flødevigen

Av
ELISABETH PEDERSEN

Summary in English.

1947

A.s John Griegs Boktrykkeri, Bergen

INNHOLD

		Side
	Forord av Alf Dannevig.	
I.	Innledning	5
II.	Analysemetoder	9
III.	Forsøksanordning	13
IV.	Orienterende forsøk	15
V.	De utførte respirasjonsforsøk	26
	A. Oppdrettingsbassenget	27
	B. Østersbassenget	31
VI.	Sammendrag og diskusjon	36
VII.	Summary	40
VIII.	Litteratur	43
	Tabell I	46
	Tabell II	49

FORORD.

I ca. 10 år har vi arbeidet med østerskultur ved Flødevigen. Ved praktiske forsøk i naturen, og ved forskjellige forsøk ved anleggets bassenger, har vi fått en forståelse av hvilke ytre faktorer som har spesiell betydning for østersens trivsel på Sørlandet. Det viste seg snart at det var ønskelig også å utføre en del forsøk over østersens stoffskifte under forskjellige forhold. Der foreligger i litteraturen en hel del forsøk på dette område, men dels er disse undersøkelser utført på andre, mer eller mindre nærstående arter, dels på den europeiske østers, men under betingelser som er nokså forskjellige fra de hvorunder østersen lever i våre farvann. Det er nok å minne om at en del av østerspollene på Sørlandet regelmessig er dekket av is i ca. 5 måneder hvert år, og da vannfornyelsen samtidig er ubetydelig, kan surstoffinnholdet i pollene komme langt under det normale. Og østersen kan på sine steder i lengre tid bli utsatt for temperaturer under 0°.

Til å begynne med var det særlig østersens surstofforbruk som interesserte. En del orienterende undersøkelser ble utført i 1938—39 av midlertidig assistent stud. real. NILS BRUSLI.

Da anlegget i 1939 fikk et nytt laboratorium, ble det adgang til å utføre mer inngående kjemiske undersøkelser. Spesielt da vi samtidig fikk en kjemiker, kjemiingeniør ELISABETH PEDERSEN, knyttet til anlegget. Krigen beredte oss imidlertid forskjellige vanskeligheter, slik at undersøkelsene ikke har kunnet foregå etter den av frøken PEDERSEN og meg utarbeidede plan.

Surstoffanalysene er utført av assistentene RAGNVALD LØVERSEN og SIGFRED HANSEN. Sistnevnte har også bistått med forsøkenes forberedelse og utførelse. Frøken PEDERSEN har utført bestemmelsene av kullsyre og de i forbindelse hermed stående analyser av organisk syre m.v., og har bearbeidet materialet.

Flødevigen desember 1945.

Alf Dannevig.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/fiskeridirektoratets-skrifter-serie-havundersokelser_1947_8_10

I. Innledning.

Hensikten med dette arbeide var å få undersøkt surstofforbruket og eventuelt kullsyreproduksjonen hos østers under de til dels store miljøvariasjoner den er utsatt for her på Sørlandet. Temperaturen veksler fra ca. 25° C om sommeren til under 0° om vinteren, og i pollene varierer surstoffinnholdet fra en mettingsgrad på en à to hundre til null prosent.

Arbeidet ble påbegynt 1938 av stud. real. NILS BRUSLI, som utførte en del orienterende forsøk over østersens surstofforbruk. Da vi skulle gå over til å bestemme kullsyreproduksjonen, viste det seg at det var umulig å få bestemt kullsyren med samme nøyaktighet som surstoffet. Vi prøvde først å benytte resultatene av BUCH'S undersøkelser over kullsyresystemet i sjøvann (6, 7, 8). Vi bestemte titrasjonsalkaliniteten og pH, og tok den tilsvarende kullsyremengde ut av BUCH'S tabeller. Men det viste seg at denne framgangsmåten ikke var brukbar ved fysiologiske undersøkelser. Forurenses nemlig vannet med sure eller basiske forbindelser, som hos oss ved at der utskilles ekskrementer, forskyves forholdet mellom kullsyren og titrasjonsalkaliniteten. BUCH har selv påvist at endog de minimale mengder borsyre som finnes i sjøvannet, vil influere. Vi måtte derfor prøve andre framgangsmåter. Dette ble utført i samarbeid med prof. dr. med. A. FØLLING ved Norges Veterinærhøyskole, hvor jeg fikk anledning til å oppholde meg. Vi ble stående ved å avspalte kullsyren og bestemme den titremetrisk etter KOLTHOFFS metode.

Samtidig ble vi oppmerksom på at der under forsøkene i ufiltrert vann ble utskilt nokså meget organisk syre som kan bidra til å forhøye kullsyreverdiene. Disse ble bestemt som total organisk syre etter VAN SLYKE og PALMERS metode (35). Av de organiske syrer ble bare melkesyre identifisert og bestemt etter FURTH og CHARNASS metode (3). Senere viste det seg at hadde østersen levet noen dager i filtrert vann før åndingsforsøkene, og disse ble utført i filtrert vann, utskiltes der ikke påvisbare mengder organiske syrer. Østersen ble derfor i den senere tid delvis behandlet på denne måten, og åndingsforsøkene utført i filtrert vann.

Før vi kommer inn på våre åndingsforsøk med østers, er det av betydning å gi en oversikt over hovedtrekkene i østersens biologi og fysiologi. Det henvises for øvrig til GÅRDER (18—23), HAVINGA (24), ORTON (34) og SPÄRCH (37—41).

Den europeiske østers (*Ostrea edulis*) forekommer i Middelhavet (Italia) og i den nordvestlige delen av Europa. Ved polarsirkelen har vi nordgrensen for dens utbredelsesområde. I vårt land har der, som avleiringene viser, i oldtiden vært store mengder østers helt nord til polarsirkelen. Men siden den tid er sjøtemperaturen avtatt, og nå finnes østersen bare hos oss i de lune viker og sund langs kysten. Da østersen kan klare lange kuldeperioder, må årsaken til at den er dødd ut på de gamle østersbanker være at sommertemperaturen har vært for lav til at den kunne gyte. En vanlig gytetemperatur for østers er et par og tyve grader, som vi bare har i de luneste viker på vår kyst. Men østersen kan også, særlig om høsten, gyte ved temperaturer helt ned til 15°.

Østersens skall er forbundet med et hengsel og lukkes med en kraftig lukkemuskel. Skallene består hovedsaklig av kalsiumkarbonat som utskilles av østersen. De vokser ved at kappen avleirer en ny brem i kanten av skallene, derpå øker skallene i tykkelse. Hos de østers som ikke kommer til å gyte i løpet av sommeren vokser skallene om våren når temperaturen kommer opp i 12—14°. Gyteøstersen derimot vokser ubetydelig. Om høsten kan der komme en ny periode med skallvekst, og nå hos både gyteøstersen og den østers som ikke har gytt. Små-østersen danner ny skallvekst flere ganger i løpet av sommeren.

Østersens bløtdeler er dekket av en slimhinne. En fold, »kappen«, omslutter de meget framtredende gjelleblad. Når østersen åpner skallene går der en stadig vannstrøm gjennom dens gjeller, framkommet ved bevegelser av gjellenes flimmerhår. De grovere partikler som følger med vannet blir silt fra og skyllet ut igjen. De finere føres ved flimmerhårenes bevegelse opp til østersens munn, og går derfra ned i fordøyelseskanalen.

I forbindelse med mavesekken står en stor fordøyelseskjertel, leveren. Når østersen er i ferd med å fordøye, svulmer denne opp og blir framtredende. Eiendommelig for østersen og andre mollusker er krystallstiften. Denne ligger i en blindtarm. Krystallstiften inneholder et stivelsesspaltende enzym, og deltar i fordøyelsen. Den finnes bare i østers som er i god vigør. Den oppløses når østersen blir liggende tørr noen timer, men nydannes atter meget hurtig under gode betingelser.

Fordøyelsen foregår til dels ved at enzymer spalter kullhydratene så langt ned at de kan opptas gjennom slimhinnen. Dessuten trenger de hvite blodlegemer inn i mavesekken og opptar næringspartikler, fett og eggehvite, som de fordøyer, og fører produktene til de forskjellige deler av kroppen. Østersens vesentligste opplagsnæring er dyrisk stivelse (glykogen), dessuten en del fett.

Østersen er henvist til å leve av det plankton og detritus som det omgivende vann inneholder. Om våren og forsommeren er vannet rikt på plankton, østersen har derfor da et stort nettoinnhold. Dette vil dog avta under gytingen, men stiger atter utover høsten. Om vinteren ved lav temperatur ligger østersen nærmest dvale og tærer på sin opplagsnæring, og nettoinnholdet avtar.

Østersens nettoinnhold varierer meget med kjønnskjertelens utvikling. Østersen skifter kjønn. Den begynner sin kjønnsvirksomhet som han. Men er etter noen tid kommet over i hun-stadiet og gyter når temperaturen er gunstig. Straks etter gytingen, ofte i løpet av noen timer, går den over i han-stadiet. Over-

gangen derfra til hun-stadiet foregår ikke så raskt, og den tid som medgår dertil varierer meget. Rikelig tilgang på næring og passelig høy temperatur framskynner kjønnsvekslingen. Nettoinnholdet er størst i hun-stadiet. I han-stadiet, etter gytingen, kan det ha avtatt med opptil 50 %. Hos de østers som overvintrer i han-stadiet er nettoinnholdet lite, og dødeligheten blant disse er stor.

Østersens ånding foregår i kappens slimhinne, hvor et fint blodkarnett bringer blodet i forbindelse med vannet. Blodet avgir kullsyre til vannet og opptar surstoff av dette, og blir deretter av hjertet pumpet rundt i legemet. Dessuten ser det ut til at østersen i surstoffattig vann, i hvert fall i noen tid, kan skaffe seg det surstoffet den trenger ved sitt anaerobe stoffskifte.

Skalldyrenes respirasjonsaktivitet har vært gjenstand for inngående undersøkelser, blant andre av BRUCE (4), GALTSOFF (14—16), MITCHELL (31), NOZAWA (33) og SPÄRCH (37—41). Av disse er det bare SPÄRCH som for en del har arbeidet med den europeiske østers. GALTSOFF og MITCHELL undersøkte den amerikanske østers, og NOZAWA den japanske. BRUCE utførte sine forsøk med blåskjell. Deres undersøkelser viser at surstofforbruket er avhengig av temperaturen. Den amerikanske og europeiske østers' forbruk stiger etter en rett linje opp til 26° (MITCHELL, SPÄRCH), ved høyere temperatur er der ikke blitt utført noen undersøkelser. Den japanske østers har sitt maksimale surstofforbruk ved 26° (NOZAWA), mens en del andre mollusker har sitt største surstofforbruk ved et par og tyve grader (BRUCE, SPÄRCH). Hos en del mollusker fant SPÄRCH et unormalt lavt surstofforbruk når individene plutselig ble overflyttet fra en høy til en lav temperatur. Som oftest var også forbruket relativt lavt om de ble flyttet fra en lav til en høy temperatur. Hos en del arter var forbruket normalt etter en tilvenningstid av 24—48 timer, mens det hos andre arter fremdeles var lavt. Han påpeker nødvendigheten av at forsøksindividene blir tilstrekkelig tilvennet forsøkstemperaturen. Østers var ikke med i disse undersøkelsene.

GALTSOFFS undersøkelser viser at surstofforbruket er uavhengig av vannets 0_2-tensjon når denne er større enn 2.5 ml 0_2/1, men fra 1.5 ml 0_2/1 avtar forbruket med trykket. NOZAWA må i sine forsøk ned til 1 ml 0_2/1 før han finner noen avhengighet mellom trykk og 0_2-forbruk. Ved 0_2-tensjoner fra 5.5 til 2.2 ml 0_2/1 finner han at CO_2-produksjonen svarer til 0_2-forbruket. Avtar tensjonen fra 2.2 til 0.35 ml 0_2/1, øker CO_2-produksjonen, og R.Q stiger fra 1.00 til 6.04. Også etter at alt surstoffet er oppbrukt, finner han at østersen fortsetter å produsere kullsyre. Han peker i denne forbindelse på BERKELEYS undersøkelser (2) over krystallstiften, og den rolle denne muligens spiller ved anaerobt stoffskifte. Også MITCHELL finner i sine forsøk at østersen kan leve i temmelig surstoffattig vann.

Av GALTSOFFS undersøkelser framgår det at surstofforbruket stiger med den hyppighet hvormed østersen åpner og lukker skallene pr.

tidsenhet. Skallbevegelsen finner MITCHELL varierer med temperaturen. Mellom 18 og 27° åpner østersen seg helt og er ofte åpen. Mellom 27 og 30° åpner den seg sjeldnere og ufullstendig, og ved 30—31° lukker den seg helt.

SPÄRCH finner at østersyngel har et forholdsvis høyere surstoffforbruk enn voksne østers, beregnet etter nettoinnholdet. Dette er i overensstemmelse med VERNONS forsøksresultater (44). Av hans forsøk med laverestående marine, hvirvelløse dyr framgår det nemlig at respirasjonsaktiviteten er relativt større for et lite dyr enn for et stort av samme art.

SPÄRCH finner en del forskjell i de forskjellige arters surstofforbruk. Arter som lever i de høyere vannlag, eller svømmer fritt omkring har et høyere surstofforbruk enn de som lever mer eller mindre fastsittende til bunnen. Østersens surstofforbruk finner han svarer til de arter som lever på bunnen.

For å finne sesongvariasjonen og forplantningens innflytelse på respirasjonen hos blåskjell utførte BRUCE sine forsøk gjennom et helt år. Han finner i sine forsøk at når virkningen av temperatur og surstofftrykk er eliminert, er surstofforbruket størst under fetingen og dannelsen av kjønnsstoffene. På grunn av unøyaktighet i kullsyrebestemmelsen er respirasjonskvotienten bare av relativ verdi. Den er lavest i juli. Under glykogenavleiringen i november og mars er R. Q høy. SPÄRCH undersøkte surstofforbruket i gytetiden hos skalldyr og finner at det er høyt i den tid gytingen foregår. Men heller ikke han har undersøkt forholdene hos den europeiske østers.

Ved tilsetning av små mengder glukose til vannet steg surstoffforbruket i GALTSOFFS forsøk. I forbindelse hermed må nevnes en del forsøk med fisk. KNAUTHE (27), LINDSTEDT (29) og MORE (30) undersøkte tarminnholdets innflytelse på surstofforbruket. Deres forsøk viser at et fôret dyr bruker mer surstoff enn et fastende. Derimot fant DAKIN (9) at surstofforbruket ble nedsatt de første 24 timer etter et måltid. I forsøk med fôrete dyr vil også ekskrementene i vannet influere. Disse vil under sin gjæring og forråtnelse forbruke surstoff. KNAUTHE nevner at dette surstofforbruk endog kan bli større enn forsøksdyrets respirasjonsforbruk.

II. Analysemetoder.

a. Surstoff. Dette angis i ml 0_2/ liter og bestemmes som vanlig i sjøvann etter WINKLERS metode, se GÅRDER (17). Nå kan organisk substans i vannet influere på bestemmelsen av surstoff slik at verdiene blir litt for høye. Et par ganger ble etter åndingsforsøk i ufiltrert vann surstoffinnholdet bestemt både etter WINKLERS vanlige og modifiserte metode (1). Forsøkstemperaturen var 4.5 og 17°. Verdiene ble 0.02 til 0.25 ml 0_2/ liter høyere etter den første framgangsmåte enn etter den siste. Dette er ikke større avvikelser enn vi vanligvis finner mellom parallellprøver etter WINKLERS ordinære metode. Vi har derfor ikke tatt hensyn til denne feilkilde, den er uvesentlig. Surstoffet blir alltid bestemt i to prøver, og der er i våre forsøk en avvikelse på 0 til 0.2 ml 0_2 liter mellom to paralleller. Det er gjennomsnittet av disse vi regner med og som blir oppført i våre tabeller.

b. Kullsyre. Ved tidligere respirasjonsforsøk er der benyttet forskjellige framgangsmåter for å bestemme kullsyren. VERNON (44) bestemte den gassometrisk i PETTERSONS apparat. NOZAWA benyttet en lignende gassometrisk metode med VAN SLYKES apparat. HENZE (25) bestemte kullsyren titremetrisk. Han kokte ut CO_2 og oppfanget den i en kjent mengde barytvann, som så ble tilbaketitrert med $\frac{n}{10}$ HCl. LINDSTEDT (29) tok ut to prøver av vannet som han titrerte med H_2SO_4, etter at han i den ene hadde felt kullsyren med $Ba(OH)_2$. Differensen i H_2SO_4 — forbruket svarte så til vannets kullsyreinnhold. BRUCE (5) bestemte derimot kullsyren indirekte. Han foretok målinger av vannets pH under forsøket, og beregnet den til pH-forandringen svarende kullsyreproduksjon. Hans verdier var derfor bare relative. Framgangsmåten er ubrukelig ved eksakte målinger hvor andre ting enn kullsyre influerer på pH, slik som i våre forsøk. BUCH (6—8) har utført en rekke undersøkelser av kullsyresystemet i sjøvann. Ved forskjellige temperaturer bestemte han totalkullsyren gassometrisk etter STENIUS's metode, titrasjonsalkaliniteten etter WATTENBERGS metode, og pH spektrometrisk

eller elektrometrisk. Han satte de funne verdier opp i tabeller, slik at man ut fra titrasjonaslkaliniteten og pH kunne ta den tilsvarende kullsyremengde.

Etter HENZE (26) kan den totale kullsyre i sjøvann bestemmes titremetrisk på følgende måte. Kullsyren avspaltes ved tilsetting av syre, og under oppheting drives den over i natronlut ved hjelp av en kullsyrefri luftstrøm. Titreringen av den i natronluten oppfangne kullsyre utføres dog best etter den av KOLTHOFF utarbeidede metode (28) med $\frac{n}{20}$ HCl, og dimetylgult som indikator. Titreringen med en så svak syre er vanskelig, fordi omslaget med dimetylgult da er uskarpt. Betraktelig lettere blir den om man utfører parallellanalyser. Etterat man i den første prøven har funnet det omtrentlige omslag, tilsettes saltsyren raskt til den annen prøve.

Av disse metoder hadde vi ikke anledning til å benytte de gassometriske. Det viste seg som nevnt at vi heller ikke kunne bestemme kullsyren ved hjelp av titrasjonsalkaliniteten, pH og BUCHS tabeller. Derfor ble vi nødt til å avspalte kullsyren og bestemme den titremetrisk (HENZE, KOLTHOFF). Kullsyren angis i ml CO_2/ liter.

En prøvning av metoden viste oss at etter oppheting og gjennomledning av CO_2-fri luft i en time var all kullsyren drevet ut, idet en videre utkoking ikke avspaltet mer kullsyre. For a være sikker pa at all kullsyre ble absorbert i natronluten viste det seg at vi måtte ha to forlag, gassvaskeflasker, da der til dels var små mengder kullsyre også i det annet forlag.

En ulempe ved denne framgangsmåten er at under opphetingen med syre kan enkelte organiske forbindelser avspalte kullsyre, som sa folger med over i natronluten. Under forsøk i ufiltrert vann vil østersen utskille ekskrementer som inneholder delvis fordøyde næringsstoffer. Syretilsettingen og den derpå folgende oppheting vil påskynne den nedbrytende prosess i disse. I ufiltrert vann vil vi derfor finne en for høy kullsyre-øking. Uten syre vil ikke spaltingen av de organiske forbindelser foregå så lett, men da avgis heller ikke all den uorganisk bundne kullsyre. I en sjøvannsprøve fant vi således ved destillasjon av to paralleller uten syre-tilsetning 30.1 og 31.0 ml CO_2 liter, og i to med syretilsetning 33.4 og 33.4 ml CO_2/liter.

Metoden ble prøvet på en opplosning av 0.241 g Na_2CO_3 i 1 liter vann, tilsatt 3 g NaCl. Der ble tatt ut fire prøver à 100 ml, som ble destillert og titrert. Resultatet var 50.2 ml — 49.9 — 50.4 og 50.2 ml CO_2/liter. Gjennomsnittet ble 50.2 ml, beregnet etter den innveide mengde skulle det ha vært 50.6 ml. Verdiene var således fra 0.2 til 0.7 ml for lave, svarende til 1 à 2 %. For oss hvor det er differensen mellom

prøvene som er det avgjørende, idet vi alltid arbeider med blindprøver av sjøvannet, har en slik systematisk feil, at metoden alltid gir litt for lave verdier, ingen betydning. Dette er derimot tilfelle med avvikelser mellom parallellene der som oftest er fra 0 til 0.5 ml/liter, og uavhengig av konsentrasjonen. I likhet med surstoffet ble også kullsyren bestemt i 2 prøver og vi regner med gjennomsnittsverdien av de to paralleller.

Prøvene ble tappet på flasker slik som til surstoffbestemmelse, og fiksert med 40 % formalin, ca. 1 ml pr. 100 ml vann. Fikseringsmetoden ble prøvet ved at av 12 flasker à 300 ml fyllt den 25/6—41, ble 6 tilsatt 3 ml formalin, og de øvrige intet tilsatt. Kullsyren ble så bestemt den 25/6, 2/7 og 9/7—41, hver gang i fire flasker, to med og to uten formalintilsetting. Resultatet var følgende:

Bestemt	Kulsyre i ml CO_2/liter					
	Uten formalintilsetting			Med formalintilsetting		
	a	b	mid.	a	b	mid.
25/6—41	46.5	46.5	46.5	46.7	46.5	46.6
2/7—41	47.2	47.5	47.4	46.5	46.5	46.5
9/7—41	49.3	49.1	49.2	46.2	46.4	46.3

Dette viser at ved tilsetning av formalin forandres ikke kullsyreinnholdet i flaskene, slik som ellers ville være tilfelle når flaskene blir stående.

c. Organiske syrer. Disse angis i milliekvivalent HCl/liter og i ml CO_2/liter.

Kvantitativt kan de totale organiske syrer bestemmes i sjøvann som i urin etter VAN SLYKES og PALMERS metode (35). Kalsiumhydroksydpulver tilsettes prøven, hvoretter den filtreres. Filtratet som inneholder de organiske syrer, titreres med HCl til pH = 8.0 fenolftalein som indikator, deretter til pH = 2.6 med tropeolin 00. Saltsyreforbruket fra pH = 8.0 til pH = 2.6 svarer til innholdet av organiske syrer. I våre forsøk hvor der bare er små mengder med organiske syrer må vi bruke $\frac{2}{10}$ normal HCl til pH nærmer seg 8.0 og så gå over til $\frac{1}{20}$ normal HCl. Omslaget med tropeolin 00 er da mindre skarpt, men vi forsøkte forgjeves å finne en indikator som ga bedre omslag. For å få relasjonen mellom prøvene best mulig fram, må alle prøver i et forsøk titreres samtidig.

Metoden ble prøvet ved til sjøvann å sette kjente mengder melkesyre.

Tilsatt	Funnet ved titrering	Diff.
0.63 m.ekv/liter	0.75 m.ekv/liter	+ 0.12 m.ekv/liter
1.27 »	1.25	— 0.02
1.90 »	1.86 »	— 0.04 »
2.53 »	2.36	— 0.17 »

Dessuten ble den organiske syre bestemt i åtte paralleller av samme sjøvannsprøve. Gjennomsnittet av disse var 0.28 m ekv/liter, og storste avvikelse fra middelverdien var ± 0.05 m.ekv./liter.

Da analysefeilen sannsynligvis skyldes at omslaget med tropeolin er uskarpt, vil den være uavhengig av konsentrasjonen av organisk syre. Prosentvis vil feilen variere meget i våre forsøk og til dels være meget stor.

En del av de organiske syrer var sannsynligvis melkesyre. De enkle kolorimetriske metoder (13) til bestemmelse av denne kan ikke benyttes på grunn av klorinnholdet i sjøvannet. Det er også vanskelig å skille melkesyren ut ved rysting med eter, fordi konsentrasjonen er så liten. Vi har derfor benyttet FURTH-CHARNASS framgangsmate (3). Oksydasjon av melkesyren til acetaldehyd, som avdestilleres og oppfanges i natriumbisulfit, hvorav den frigjores med natriumbikarbonat og titreres med en jodoppløsning. Metoden er utarbeidet for muskelekstrakt og gir nøyaktige verdier mellom 0.1 og 2.0 mg melkesyre i 30 ml muskelekstrakt. Da melkesyren i våre forsok viste seg å være mindre enn 0.1 mg i 30 ml vann, måtte vi istedenfor 30 ml ta ut 100 ml til hver prøve og benytte tilsvarende sterkere konsentrasjoner av oksydasjonsmidlet. Dessuten måtte vi ved titreringen bruke n/200 jodopplosning, istedenfor n/100 som er angitt.

Metoden ble prøvet ved at en kjent opplosning av melkesyre, to paralleller ved hver konsentrasjon, ble tilsatt sjovannet, og melkesyre bestemt. Resultatet var følgende:

Tilsatt	Funnet			Diff.
	a	b	midd.	
0.19	0.17	0.17	0.17	— 0.02
0.31	0.34	0.30	0.32	+ 0.01
0.43	0.37	0.36	0.37	— 0.06

Analysefeilen varierer i dette tilfelle fra — 0.06 til + 0.01 mg.

III. Forsøksanordning.

Tidligere åndingsforsøk med østers er blitt utført enten i lufttett lukkete kar fylt med vann, eller i åpne kar, delvis fylt med vann og dekket med parafin. GALTSOFF benyttet begge framgangsmåter i sine forsøk, men NOZAWA bare åpne kar. Under forsøket tappet de fra tid til annen vannprøver som ble erstattet med friskt vann fra et reservoar. Her kan det som GALTSOFF nevner, bli en feilkilde hvis vannet i reservoaret forandres under forsøket.

Våre forsøk er utført i to-liters Løve-glass som like før bruken ble vasket i saltsyre og skyllet i sjøvann. Da vi i størst mulig utstrekning ville benytte de samme østers, ble disse etter å ha vært omhyggelig rengjorte, skrapt og vasket i 40 % alkohol, tørret foran en elektrisk vifte, og påført nummer. Hertil har vi funnet at hvit emaljelakk egner seg best, den er meget holdbar.

De rengjorte østers ble knyttet inn i dobbelt bærstrie for at kantene ikke skulle slåes av, og lagt en i hvert glass. Disse ble så fylt med vann fra en beholder og lukket lufttett under vann. Etter formålet ble så glassene hengt ut i Østers- eller Oppdrettingsbassenget eller satt ned i et temperert vannbad, slik at temperaturen under forsøket såvidt mulig var konstant. Forsøkstiden varierte med temperaturen, så at utslaget i verdiene ikke ble for små, eller vannets surstoffinnhold ble for lavt. Ved forsøkets slutt ble glassene vendt noen ganger og vannet tappet gjennom slange, fra midt i glasset ned på flasker med glasspropp, slik som vanligvis blir gjort til surstoffbestemmelser, og fiksert.

Til forsøkene brukte vi vann enten direkte fra bassengene eller filtrert gjennom dobbelt lag filtrerpapir. En bestemmelse av planktonet før og etter filtreringen, utført av cand. real. ELSE FAGERLAND DANNEVIG, viste følgende antall planktonorganismer i hver størrelsesgruppe:

Vann fra Østersbassenget 22/12—41.

Størrelse:	$<5\ \mu$	$5—30\ \mu$	$>30\ \mu$
Ufiltrert	ca. 5000	117,8	0.94
Filtrert	» 5000	21.4	0

Herav ser vi at de minste former av planktonet gikk gjennom filteret, men at de større former ble fjernet ved filtreringen. Før forsøk i filtrert vann fikk østersen ligge 2—3 døgn i filtrert vann, for å bli kvitt tarminnholdet.

Samtidig med østersforsøkene ble utført blindforsøk med vannet. Herved fikk vi bestemt virkningen av de i vannet tilstedeværende planktonorganismer og bakterier, og kan få eliminert denne faktor ved beregningen av forsøksresultatene. Disse blindforsøk viste at surstoffinnholdet i vann som stod i lukkete glass i alminnelighet øket eller avtok fra 0 til 0.3 ml/liter i 24 timer. Utførtes forsøkene om natten eller i filtrert vann, hvor en vesentlig del av det surstoffproduserende plankton var fjernet, var forbuket opptil 1.1 ml/liter i 24 timer.

Østersens surstofforbruk og produksjon av kullsyre og organiske syrer ble bestemt som differensen mellom de funne verdier for vann der hadde stått med og uten østers. Man må imidlertid være oppmerksom på at forbruk av surstoff og produksjon av kullsyre i slike forsøk, ikke bare representerer forsøksindividets respirasjon, men også dets øvrige livsprosesser, og den dermed følgende bakterievirksomhet.

Der hvor intet annet er anført er i tabellene surstofforbruket og kullsyreproduksjonen angitt i ml omregnet til 100 g totalvekt pr. 24 timer. Under kullsyreproduksjonen er oppført i ufiltrert vann, den totale kullsyreøkning og økningen i den organiske syre omregnet til ml CO_2 samt differensen mellom økningen i total kullsyre og organisk syre, i filtrert vann, den totale kullsyreøkning.

IV. Orienterende forsøk.

Til forsøkene må benyttes et mest mulig ensartet materiale slik at de individuelle variasjoner ikke gjør seg for meget gjeldende. Da østersens respirasjon er knyttet til bløtdelene er det østersens nettoinnhold, ikke dens totalvekt, som er det avgjørende. Hvor stort nettoinnholdet er, kan man ikke vite uten at man etter forsøkene dreper østersen. Men man vet at det prosentvise nettoinnhold vil avta med alderen idet østersens skall etterhvert øker i tykkelse uten at nettoinnholdet øker tilsvarende. På nettoinnholdet influerer dessuten de livsbetingelser østersen lever under, slik at hos østers av samme opprinnelse kan det prosentvise nettoinnhold variere temmelig meget, når de en tid har levet på forskjellig sted. Et eksempel herpå er forsøk utført i Lodalen og Joranstadkilen. I Lodalen var det prosentvise nettoinnhold 15.7 % og i Joranstadkilen 19.6 %. Men selv hos østers av samme stamme og som lever under ens livsbetingelser, vil individuelle variasjoner gjøre seg gjeldende. Dette vil især være tilfelle i gytetiden. Enkelte østers har da ennå ikke gytt og har et stort innhold, noen kan inneholde larver mens andre kan være utgytt og ha et lite innhold. Ved å drepe østersen ved forsøkets slutt og beregne verdiene på grunnlag av nettovekten, vil resultatene bli mest mulig sammenlignbar.

Av Bruces og Spärchs forsøksresultater med nærstående arter må man gå ut fra, at til enkelte årstider slik som under gytingen kan de individuelle forskjelligheter i den fysiologiske utvikling influere på resultatene idet de fant et høyt forbruk hos individer som var i ferd med å gyte. Dessuten viste Pütters, Spärchs og Vernons forsøk at respirasjonsaktiviteten er større for unge enn for eldre individer av samme art. Alderen kan derfor influere på forsøksresultatene.

Skal man klarlegge de ytre årsakers innflytelse på respirasjonen kan det være formålstjenlig å benytte de samme individer i en rekke forsøk. Man kan da ikke få bestemt nettoinnholdet, men må benytte totalvekten. En antydning av nettoinnholdet og tilstanden for øvrig kan man imidlertid få, ved å ta med et par ekstra østers som drepes ved forsøkets slutt. Det kan bli en del unøyaktigheter idet det prosentvise

nettoinnhold varierer. Men hos østers av samme opprinnelse og totalvekt som har levet under ens betingelse, vil som oftest, unntatt i gytetiden, de individuelle variasjoner ikke være større enn at de utjevnes når man til hvert forsøk benytter flere individer. Dessuten vil om et individ har et lavere nettoinnhold enn de øvrige, forsøksresultatene for dette individ være så påfallende at man blir oppmerksom på at det må være noe i veien med vedkommende individ.

I våre forsøk har vi dels benyttet 4 nye østers hver gang som ble drept ved forsøkets slutt, men vi har også utført en rekke forsøk med de samme 4 østers idet der ble tatt med 2 nye hver gang som ble åpnet. Man må imidlertid være oppmerksom på at surstofforbruket hos samme østers kan variere en del endog under ens forsøksbetingelser. Tab. 11 side 25.

Ifølge GALTSOFF (16) slyldes dette til dels at østersens muskelarbeide ikke er konstant. Under respirasjonsforsøkene kontrollerte han skallbevegelsen hos den enkelte østers og fant at østers som åpnet og lukket seg mange ganger i løpet av en time, brukte mer surstoff enn en som åpnet seg sjeldent.

Det høyere surstofforbruk hos østers som åpner og lukker seg ofte, kan skyldes en større vitalitet hos dette individ og den hyppigere skallbevegelse kan være et parallelt fenomen. Skallbevegelsen vil etter hva MITCHELL (31), NELSON (32) og TAMURA (42) fant, variere under samme forsøksbetingelser både for de forskjellige østers og for samme individ til forskjellig tid.

Ved siden av disse unøyaktigheter som kan inntre på grunn av østersens individuelle variasjoner så kan der også lett oppstå en del feilkilder ved forsøkene. Således er østersens skall bevokset med levende fremmedorganismer. Hvis disse ikke blir fjernet vil analyseresultatene ikke representere verdiene for østersens respirasjon. GALTSOFF og NOZAWA anbefaler å stryke østersen over med parafin. BRUSLI forsøkte å vaske østersens skall med formalin, men en del osters var ved forsøkets slutt slappe i lukkemuskelen, så formalinvaskingen var muligens uheldig. Derimot ser det ut til at østersen tåler godt at skallene blir skrapt og vasket med børste i sjøvann og deretter i 40 % alkohol. Kontrollforsøk utført med skall tatt fra en levende østers viste at det ble forbrukt en del surstoff. Forsøkene ble utført ved 4.5° C og med 6 skall. Gjennomsnittsforbruket var i 24 timer 0.2 ml surstoff, varierende fra 0.1 til 0.3 ml. Ved 4.5° ble det funnet et forbruk hos østers på ca. 3 ml. Før våre forsøk ble østersen behandlet på denne måte. Parafin kunne ikke skaffes på grunn av krigen.

Tar man østers direkte i forsøk, vil der under forsøkene utskilles ekskrementer. En del forsøk viste, at fikk østersen ligge et par døgn i

Tabell 1.

Østers Vekt g	Ufiltrert vann				Filtrert vann								
	$^{26}/_{8}$ — 41, temp. 18.1°				$^{28}/_{8}$—$^{29}/_{8}$—41 temp. 17.3—17.5°			$^{2}/_{9}$—$^{3}/_{9}$—41 temp. 19.3—19.1°			$^{8}/_{9}$—$^{9}/_{9}$—41 temp. 18.5—18.0°		
	O_2 forbruk	CO_2 produksjon total ÷ org.s. = CO_2	R. Q Total CO_2 / O_2	CO_2 / O_2	O_2 forbruk	CO_2 prod.	R. Q	O_2 forbruk	CO_2 prod.	R. Q	O_2 forbruk	CO_2 prod.	R. Q
44.0	34.8	26.8 — 0 = 26.8	0.8	0.8	29.8	20.9	0.7	28.6	27.7	1.0	29.8	23.8	0.8
48.5	29.7	32.7 — 8.1 = 24.6	1.1	0.8	30.5	28.9	1.0	32.4	32.0	1.0	33.4	27.9	0.7
38.0	42.4	43.7 — 5.8 = 37.9	1.0	0.9	42.4	30.0	0.7	37.9	32.0	0.9	35.5	30.0	0.9
37.0	36.5	36.5 — 5.7 = 30.8	1.0	0.8	35.4	34.3	1.0	37.6	35.4	0.9	35.4	26.0	0.7
Gj.sn.	35.9	34.9 — 4.9 = 30.0	1.0	0.8	34.5	28.5	0.8	34.1	31.8	0.9	33.5	27.4	0.8

filtrert vann før forsøket og dette ble utført i filtrert vann, ble der ikke utskilt synbare ekskrementer.

Som det framgår av tabell 1 og 2 var surstofforbruket lavere i filtrert enn ufiltrert vann. Dette må som KNAUTHE og andre har påvist, skyldes at ekskrementene forbruker en del surstoff. I filtrert vann var økningen i den totale kullsyre tilsvarende med surstofforbruket. Dette var ikke tilfelle i ufiltrert vann. Der var de funne verdier for kullsyreøkningen langt større enn surstofforbruket. De høye kullsyreverdier som ble funnet i forsøkene i ufiltrert vann, synes derfor å stå i forbindelse med ekskrementene. UFFELMANNS reaksjon på oksysyrer ble positiv i vann fra forsøk i ufiltrert vann. Det tyder på at der var organiske syrer til stede som sannsynligvis utskiltes gjennom ekskrementene. Etter et forsøk i ufiltrert vann, utført på vanlig måte, ble derfor vannet dekantert og ekskrementene slemmet opp i destillert vann. Både i det dekanterte vann og i de oppslemmete ekskrementer ble der påvist

Tabell 2.

Østers		Filtrert vann			Ufiltrert vann			
Nr.	Vekt g	O_2 forbruk	CO_2 prod.	R. Q	O_2 forbruk	CO_2 produksjon total ÷ org. syre = CO_2	R. Q $\frac{\text{Total } CO_2}{O_2}$	$\frac{CO_2}{O_2}$
		$^1/_9$—$^2/_9$—41 18.9—19.3°				$^{10}/_9$—$^{11}/_9$—41 17.3—17.4°		
9	39.0	5.6	3.3	0.6	5.1	11.0 — 7.6 = 3.4	2.1	0.7
10	50.0	14.8	12.2	0.8	17.8	23.2 — 7.4 = 15.8	1.3	0.9
12	48.5	14.5	12.6	0.9	16.1	29.0 — 14.7 = 14.3	1.8	0.9
17	47.0	11.1	9.4	0.8	14.0	21.9 — 11.3 = 10.6	1.6	0.8
Gj.snitt	46.1	11.5	9.4	0.8	13.3	21.3 — 10.3 = 11.0	1.6	0.8
		$^{17}/_9$—$^{18}/_9$—41 15.7—15.3°				$^{24}/_9$—$^{25}/_9$—41 15.3—14.9°		
9	39.0	3.1	1.5	0.5	1.5	6.4 — 8.7 = ÷2.3	4.0	(—1.5)
10	50.0	11.2	6.8	0.6	25.6	24.4 — 5.3 = 19.1	1.0	0.7
12	54.0	9.8	8.0	0.8	23.2	33.6 — 12.9 = 20.7	1.4	0.9
17	47.0	9.8	7.2	0.7	10.6	19.2 — 13.2 = 6.0	1.8	0.6
Gj.snitt	47.5	8.5	5.9	0.7	15.2	20.9 — 10.0 = 10.9	1.4	0.7
		$^1/_{10}$—$^2/_{10}$—41 13.8—13.7°				$^9/_{10}$—$^{10}/_{10}$—41 12.0—10.6°		
9	39.0	5.6	3.1	0.6	1.6	13.0 — 12.2 = 0.8	8.1	0.5
10	53.0	19.2	9.5	0.5	18.7	23.9 — 8.0 = 15.9	1.3	0.9
12	54.0	16.2	12.5	0.8	17.7	26.5 — 11.8 = 14.7	1.5	0.8
17	47.0	11.3	7.1	0.6	6.5	22.8 — 16.9 = 5.9	3.5	0.9
Gj.snitt	48.2	13.1	8.1	0.6	11.1	21.6 — 12.2 = 9.4	1.9	0.8

organiske syrer. I vannet svarte økningen av de organiske syrer til 0.20—0.36 m.ekv HCl og i ekskrementene var der 0.10—0.26 m.ekv. Senere forsøk viste at en liten del av de organiske syrer, — 1—4 % var melkesyre, de øvrige fikk vi ikke identifisert. Når vannet blir surt vil en del kalsiumkarbonat løses av skallene slik at vannets kullsyreinnhold av den grunn øker, tab. 3. Hvorledes eller hvor stor innflytelse de organiske syrer har på kullsyreverdiene ble ikke klarlagt. Ved å regne de organiske syrer om til CO_2 og trekke verdiene fra de funne verdier for kullsyre ble imidlertid også i ufiltrert vann kullsyreproduksjonen noe lavere enn surstofforbruket. Noe bevis for at denne omregning er

Tab. 3. *Forsøk med tomme østersskall i vann tilsatt melkesyre. 0.04 ml melkesyre pr. liter svarer til ca. 0.5 m. ekv. Forsøket varte i 48 timer.*

Dato	Temp.	Skallenes		Tilsetting av melkesyre ml/liter	Kullsyreinnhold ml/l		Økning CO_2 ml/l
		Nr.	Vekt		Vannprøven	Skallprøven	
$^4/_1$-$^6/_1$-41	16°	1	12 g	0	63.4	63.4	0
——		2	13 »	0.04	65.8	66.4	0.6
$^6/_1$-$^8/_1$-41	16°	2	13 »	0.08	66.4	78.6	12.2
—		1	12 »	0.12	68.1	108.8	40.7

riktig har vi ikke. Hos østers nr. 9 var 25/9—41, tabell 2, økningen i organiske syrer, beregnet som kullsyre, større enn den funne økning i den totale kullsyre. Dette kan skyldes at analysefeilen har influert. Men man kan heller ikke se bort fra at omregningen kan være feilaktig. Østers nr. 9 var lite i vigør og hadde nesten alltid et lavt 0_2 forbruk. Den øket ikke i vekt utover høsten og døde noen måneder senere. Nettoinnholdet var da 0.9 g = 2.3 % av totalvekten. Det er mulig at de fysiologiske forhold hos denne østers er forskjellig fra de øvrige forsøks-

Tabell 4. *Forsøket utført 8/7—9/7—42 i filtrert vann, temp. 12.5—12.4°.*

Overført fra naturlig temp. 12.5°				Overført fra naturlig temp. 25.0°			
Østers		O_2 forbr. ml/100 g	CO_2 prod. ml/100 g	Østers		O_2 forbr. ml/100 g	CO_2 prod. ml/100 g
Nr.	Vekt	t. v.	t. v.	Nr.	Vekt	t. v.	t. v.
1	70.0	7.6	7.1	28	33.0	11.2	11.2
2	45.0	11.1	10.0	29	38.0	1.3	0
6	39.0	16.2	14.9	30	30.0	2.7	1.7
18	33.0	14.2	13.6	31	46.0	0.7	0
Gj.snitt	46.8	12.3	11.4	Gj.snitt	36.8	4.0	3.2

Tabell 5. *Forsøk utført i juni 1941 i ufiltrert vann ved temp. 11.3—12° med østers som har vært tilvennet andre temperaturer.*

Tilvennings-tid og temperatur														
Nr.	Ca. 1 mnd. ved 5°				Nr.	Ca. 1 mnd. ved 8—14°				Nr.	Ca. 14 dager ved 14—18°			
	Østers		O_2 forbruk			Østers		O_2 forbruk			Østers		O_2 forbruk	
	Total-vekt	Netto-vekt	ml/100 g t. v.	ml/10 g n. v.		Total-vekt	Netto-vekt	ml/100 g t. v.	ml/10 g n. v.		Total-vekt	Netto-vekt	ml/100 g t. v.	ml/10 g n. v.
1	45.0	6.4	9.3	6.5	5	39.0	3.5	11.8	12.0	9	40.0	5.3	3.0	2.3
2	43.0	4.2	4.7	4.8	6	46.0	4.5	3.5	3.7	10	45.0	3,7	8.4	10.3
3	44.0	4.3	2.3	2.3	7	43.0	6.4	16.7	11.2	11	45.0	4.3	1.8	1.9
4	41.0	4.8	7.8	6.7	8	53.0	5.2	10.2	10.4	12	50.0	7.4	1.2	0.8
Gj.sn.			6.0	5.1				10.6	9.3				3.6	3.8

individer, slik at de utskilte organiske syrer kan være forskjellig og ikke influere på samme måte på kullsyreverdiene som hos disse.

Hos en del mollusker fant SPÄRCH et for lavt surstofforbruk, når forsøkstemperaturen ikke var den for individet på den tid naturlige temperatur. Det var likegyldig om temperaturen var for høy eller for lav. Etter 24—48 timers tilvenning av forsøkstemperaturen steg forbruket hos en del arter til det normale, men hos en del var forbruket fremdeles for lavt. Hans forsøksserie omfattet ikke østers. Vi utførte derfor forsøk hvor østers ble flyttet både til lavere og høyere temperaturer enn de levet ved på den tid. Resultatene av en del av disse forsøk tyder på at østersens surstofforbruk blir nedsatt uansett om østersen blir utsatt for temperaturstigning eller temperaturfall, tabell 4 og 5. Dette vil dog ikke alltid være tilfelle. Hos en del østers overflyttet fra 7° til 13°, tabell 6 var forbruket normalt. Det er mulig at de temperaturforhold østersen har levet ved den siste tid før forsøket, har innflytelse på hvor hurtig østersen kan innstille sitt surstofforbruk ved en ny temperatur. Som oftest vil 3 døgn være tilstrekkelig. Men hos en

Tabell 6. *Forsøk utført i ufiltrert vann 3 døgn i trekk ved temp. 12.6—14° med østers som hadde levet ved en naturlig temp. på 7°. Surstofforbruket i ml pr. 100 g totalvekt i 24 timer.*

Østers		$^{14}/_{5}$—$^{15}/_{5}$—40	$^{15}/_{5}$—$^{16}/_{5}$—40	$^{16}/_{5}$—$^{17}/_{5}$—40
Nr.	Vekt	Temp. 12.6—12.7	Temp. 12.6—13.5	Temp. 13.5—14.0
11	17	16.5	14.1	12.9
15	15	13.3	14.7	13.3
80	21	10.5	11.4	8.6
35	32	11.9	14.4	13.8
60	40	15.0	14.5	15.8
62	41	11.2	12.7	8.8
64	48	11.2	13.8	19.2
66	45	14.7	14.7	16.4
67	40	12.5	10.5	11.0
25	50	15.2	12.0	12.8
42	54	14.8	14.1	16.3
44	57	13.0	13.7	11.6
45	50	9.2		14.4
46	55	16.0	11.6	16.7
58	58	10.7	7.9	8.3
47	60	11.0	9.7	9.0
48	60	13.0	12.0	15.3
49	62	11.6	9.3	6.8
54	68	11.5	14.4	12.0
Gjennomsnitt		12.8	12.5	12.8

del østers som i lang tid hadde levet ved ca. 0° ble der selv etter at østersen i 6 døgn var tilvennet forsøkstemperaturen funnet et påfallende lavt forbruk tabell 7. Disse individer trengte ca. 1 måneds langsom

Tabell 7. *Forsøk utført i filtrert vann, ved temperaturer som var den for østersen naturlige eller østersen var tilvennet forsøkstemperaturer i 1 uke. Surstofforbruket i ml pr. 100 g totalvekt i 24 timer.*

Naturlig temperatur						Tilvennet forsøkstemperatur					
Ca. 5°			Ca. 12°			Ca. 8°			Ca. 12°		
$^{9}/_{5}$—$^{11}/_{5}$—42 temp. 5.2—5.8			$^{17}/_{6}$—$^{18}/_{6}$—42 temp. 12.0—12.1			$^{12}/_{5}$ – $^{13}/_{5}$—42 temp. 8.2 – 8.4			$^{15}/_{5}$ – $^{16}/_{5}$ 42 temp. 12 0—12.8		
Østers		O_2	Østers		O_2	Østers		O_2	Østers		O_2
Nr.	Vekt	forbr.	Nr.	Vekt	forbr.	Nr.	Vekt	forbr.	Nr.	Vekt	forbr.
3	50.0	4.4	23	49.0	15.7	10	47.0	4.5	7	49.0	2.2
4	55.0	2.0	24	50.0	8.8	13	49.0	5.5	8	49.0	3.5
5	46.0	5.4	25	44.0	21.3	16	53.0	4.9	19	42.0	4.8
6	44.0	5.0	26	49.0	3.9	17	48.0	1.7	20	45.0	5.1
			27	48.0	16.5						
Gj.sn.	48.8	4.2		48.0	13.2		49.3	4.2		46.2	3.9

temperaturstigning før forbruket ble normalt. Selv om disse forsøk ikke gir helt entydige resultater, framgår det at man ikke bør utsette individene for temperaturforandringer like for eller under forsøkene.

Foruten vannets temperatur kan også dets kullsyre og surstoffinnhold forandres. Dette kan inntreffe under filtreringen av vannet.

Tabell 8. *Forsøk utført i ufiltrert vann med forskjellig surstoffinnhold. Østersen overflyttet fra vann hvor surstoffinnholdet svarer til en mettingsprosent på 100. Surstofforbruket i ml pr. 100 g totalvekt i 24 timer.*

Østers		$^{1}/_{7}$—43 temp. 18°			$^{26}/_{7}$ – 43 temp. 20°		
		Vannets O_2 %			Vannets O_2 %		
Nr.	Vekt g	60	100	124	55	100	140
1	80	16.8					16.9
2	105	21.0					21.9
3	74	26.0					17.6
4	112		22.3		20.4		
5	84		25.1		18.6		
6	97		21.8		21.2		
7	92			22.9		17.3	
8	84			16.0			
9	93			26.0		16.3	
Gj.snitt		21.3	23.1	19.8	20.1	16.8	18.8

Kullsyren foreligger jo vesentlig bunnet som bikarbonat så der vil ikke forandringen bli noe vesentlig. Derimot kan vannets surstoffinnhold både stige og avta temmelig meget, alt etter hvor over- eller undermettet vannet på forhånd er på surstoff. For å få undersøkt om en forandring i vannets surstoffinnhold vil influere på østersens surstofforbruk, utførte vi tre forsøk, tabell 8—9. Før forsøket ble en del av vannet utsatt for vakum, en annen del tilledet surstoff, slik at vannets surstoffinnhold ved begynnelsen av forsøkene svarte til en mettingsgrad på henholdsvis ca. 60, 100 og 140 %. For best mulig å få eliminert de individuelle

Tabell 9.

Østers		2/9—43 temp. 17.9°		
		Vannets O_2 %		
Nr.	Vekt g	60	98	145
1—3	75	22.4		
4—6	71	19.2		
7—9	75	21.3		
10—12	68			23.5
13—15	63			14.0*
16—18	73			23.0
19—21	59		16.3	
22—24	57		21.1	
25—27	73		18.6	
Gj.snitt		21.0	18.7	22.5

* En østers var død en uke senere.

variasjoner ble forsøkene utført både med store østers, en i hvert glass, og med små østers, 3 i hvert glass. Forskjellen mellom forbruket ved de forskjellige surstofftrykk var liten, til dels mindre enn den variasjon der var hos osters under ens forsøksbetingelser. En forandring i vannets surstoffinnhold innen rimelighetens grenser har derfor sannsynligvis ikke noen vesentlig innflytelse på surstofforbruket.

En del forsøk tabell 10 viste at østersen kan forbruke det meste av surstoffet i vannet. Utføres forsøkene i lukkete glass slik som vi gjorde det, så vil i forsøk som varer for lenge østersen i noen tid leve i surstoffattig vann. Det pr. 24 timer beregnete forbruk vil da bli for lavt. Dette må man være oppmerksom på ved utførelsen av forsøkene. Den tid forsøkene skal vare må beregnes, og variere med temperaturen og østersens størrelse.

Derimot ser det ut til at døgntiden ikke har noen innflytelse. I en del forsøk var nemlig forskjellen mellom dag og nattforbruket ikke større enn forskjellen mellom forbruket i 2 dag eller 2 nattforsøk, tabell

Tabell 10. *Vannets surstoffinnhold ved forsøkets slutt ml/liter. Surstofforbruket i ml pr. 100 g totalvekt i 24 timer.*

Østers		Temp. 15.0° $^{15}/_{7}$—42 9½ time		Temp. 16.5—15.3 $^{16}/_{7}$ – $^{17}/_{7}$ – 42 15½ time		Temp. 15.5—16.7 $^{14}/_{7}$ – $^{15}/_{7}$—42 26¼ time	
Nr.	Vektig	O_2 innh.	O_2 forbr.	O_2 innh.	O_2 forbr.	O_2 innh.	O_2 forbr.
112	64.0	2.1	30.0	0.3	25.6	0.1	14.2
120	80.0					0.4	10.8
151	60.0	3.1	23.5	0.5	26.3	0.1	15.2
158	65.0	2.4	27.3	0.4	24.8	0.2	13.8
164	57.0	2.9	26.7	0.5	27.7	0.1	16.0
170	56.0	3.0	26.2	0.5	28.2		
Gj.snitt			26.7		26.5		14.0

11. Våre forsøk ble utført delvis om dagen og delvis om natten alt ettersom hvor lenge forsøkene skulle vare.

Ved våre forsøk ligger østersen på bunnen av glassene og der vil surstoffet først forbrukes. Er det ikke noen røreinnretning i glassene vil det forbrukte surstoff bare bli erstattet ved diffusjon. For å få riktige prøver må derfor glassene vendes noen ganger før åpningen. Et av våre forsøk viste hvor nødvendig dette er. På vanlig måte utførtes et åndingsforsøk med to østers i 24 timer ved en temperatur av 14°. Før åpningen ble det ene glasset vendt, og her var surstoffinnholdet i 3 prøver tappet ovenfra og nedover i glassene 0.5, 0.6 og 0.7 ml/l. Av det andre glasset ble prøvene tappet på samme måte uten at det først ble vendt. Surstoffinnholdet i de 3 prøver var 2.5, 1.7 og 1.1 ml/l. I dette forsøk ble bare surstoffet bestemt, men feilen vil også gjøre seg gjeldende ved de øvrige analyser av vannet. For sikkerhets skyld bør man også vende glassene under forsøkene slik at østersen hele tiden har rikelig tilgang av surstoff.

Tabell 11.

Dato	$^{23}/_{7}$—41	$^{24}/_{7}$—$^{25}/_{7}$ 41	$^{30}/_{7}$—41	$^{31}/_{7}$—$^{1}/_{8}$—41	$^{6}/_{8}$—41	$^{7}/_{8}$ - $^{8}/_{8}$—41	$^{19}/_{8}$—41	$^{21}/_{8}$—$^{22}/_{8}$ —41
Klokken ...	10 –16	16—8	10—16	16—8	10 –20	21.30—7.30	9.30—19.30	21.30 – 7.30
Østers / Temp.	20.2°	21.5 – 21.4°	22.9°	23.4—23.6°	22.3°	22.0 – 21.5°	21.3 – 20 6°	21.1—19.8°
39.0 g ..	18.5	10.8	8.2	10.8	9.7	22.1	4.9	13.6
44.5 » ..	41.4	38.5	52.2	35.8	37.8	31.2	27.0	23.9
46.0 » ..	38.2	34.5	60.8	37.8	27.2	29.1	16.7	10.8
47.0 »	11.9	7.0	8.5	24.9	10.2	9.2	19.4	19.0
Gj.snitt	27.5	26.7	32.4	27.3	21.2	22.9	17.0	16.8

V. De utførte respirasjonsforsøk.

De egentlige respirasjonsforsøk ble utført med omtrent en måneds mellomrom i tiden fra juli 1941 til august 1942. Fra midt i januar til april 1942 var det så meget is på bassengene, og lufttemperaturen var så lav at vi ikke kunne få utført forsøkene på en tilfredsstillende måte. Disse ble derfor innstillet.

Forsøkene ble til dels utført i Oppdrettingsbassenget og dels i Østersbassenget. Temperatur, saltholdighet og innhold av plankton var vesensforskjellig i de to bassenger. I Oppdrettingsbassenget sirkulerte vannet stadig — unntatt de par koldeste måneder. I Østersbassenget derimot fikk vannet så vidt mulig stå i ro. Det ble fornyet bare når dette var nødvendig for surstoffinnholdet i de dypere lag, eller for å fjerne et for tykt brakkvannslag på overflaten. Denne forskjell med hensyn til vannforsyningen bevirket at temperaturen om sommeren var vesentlig høyere i Østersbassenget enn i Oppdrettingsbassenget. Overflatelaget i Østersbassenget kunne til sine tider bli lite saltholdig, men i de midtre lag hvor østersen hang, og forsøkene ble utført, var der forholdsvis jevn saltholdighet i forhold til i Oppdrettingsbassenget, hvor den varierte med det innpumpete sjøvann.

For å fremme planktonproduksjonen i Østersbassenget ble der tilsatt gjødningsstoffer, vesentlig anorganiske, som bevirket at planktonet kunne bli overordentlig tett. Dette i forbindelse med et eventuelt brakkvannslag på toppen av Østersbassenget forårsaket til sine tider en sterk overmetting med surstoff. En annen følge av brakkvannslaget og av det tette plankton var en sterk resorbsjon av lyset. Dette kunne atter forårsake et surstoffminimum i de dypere lag. Mens sjøvannet i Oppdrettingsbassenget inneholdt surstoff svarende til en mettingsprosent på ca. 100, så kunne vi i Østersbassenget finne meget store variasjoner. I det omhandlete tidsrom svarte her surstoffinnholdet på 1 m dyp til en mettingsprosent fra 55 til 281.

Til forsøkene var der reservert 400 østers. Disse var klekket i Østersbassenget ved Flodevigen sommeren 1938, og oppdrettet i Langeneskilen i Søgne fra 18 9—39 til 3 5—41, da de ble tatt tilbake til Flode-

vigen hvor de ble lagt 200 i hvert basseng. For å få kontroll med hver enkelt østers ble de 400 østers på vanlig måte forsynt med hver sitt nummer. Østersen ble målt og veiet med en måneds mellomrom. Østersens vektøkning umiddelbart foran forsøkene antyder dens vitalitet og oppføres i tabellene.

Etter hvert forsøk ble der åpnet 2 østers for å få undersøkt deres nettovekt og tilstand for øvrig. Nettovekten ble bestemt ved å ta ut bløtdelene, tørre dem mellom filtrerpapir og så veie dem (SPÄRCH) (37). For disse individer er resultatene beregnet både pr. 100 g totalvekt og 10 g nettovekt. I filtrert vann er der ingen økning i organiske syrer så der er kullsyreproduksjonen lik økningen av den totale kullsyre. R.Q er beregnet bare for verdiene i filtrert vann.

A. Forsøkene i Oppdrettingsbassenget.

Resultatene av de utførte forsøk er gjengitt i tabell I. Av denne framgår det at forsøkene er utført både i ufiltrert og filtrert vann. Fordi vi har benyttet de samme østers i forsøkene, hadde ikke østersen konstant totalvekt. Østersen økte nemlig temmelig meget i vekt i det første halvår av forsøkene. Dette vil influere på det prosentvise nettoinnhold, et forhold som vi må være oppmerksom på ved bedømmelsen av resultatene. Vinteren 1941—42 var streng. De individer som var benyttet i åndingsforsøkene døde da og måtte erstattes av andre av de til forsøkene reserverte østers. For disse var den gjennomsnittlige nedgang i totalvekten fra januar til mai 2.2 g varierende fra 0 til 9 g. Den gjennomsnittlige nedgang i størrelsen var 1.7 mm, 0—6 mm. Noen relasjon mellom nedgangen i vekt og lengde var det dog ikke. Særlige bemerkninger om hvert forsøk er gjengitt nedenfor.

Undersøkelsene 1.—2. juli 1941 ble utført i ufiltrert vann. Etter forsøket ble der ikke åpnet noen østers. Gjennomsnittlig var surstofforbruk og kullsyreproduksjon høy og der var en del forskjell hos de enkelte individer.

I august ble forsøkene likeledes utført bare i ufiltrert vann med 4 nye individer. Vektøkningen varierte fra 0 til 8.5 g. De 2 åpnete østers hadde hatt liten vektøkning og hadde et lite nettoinnhold. Deres surstofforbruk var lavt. Østersen med den største vektøkning hadde det høyeste forbruk av surstoff. Gjennomsnittlig var respirasjonsaktiviteten lavere i denne måned enn i juli til tross for at temperaturen var høyere i dette forsøk.

Forsøkene i september ble utført i filtrert vann med 4 nye østers. Østersen hadde vokset betydelig den siste måned. Nettoinnholdet for de åpnete østers var større enn i den foregående måned. Forskjellen i det individuelle surstofforbruk var liten. De åpnete østers forbruk representerte yttergrensene, og var høyest for den som hadde vokset minst. Kullsyreproduksjonen varierte tilsvarende med surstofforbruk og R.Q var 0.9 for alle individer.

Fra oktober måned og utover utførtes forsøkene både i ufiltrert og filtrert

vann. I oktober ble benyttet 4 nye østers. Det sees at vektøkningen i siste måned for de undersøkte individer varierte mellom 2 og 11 g. Nettoinnholdet var litt mindre enn i september måned. Der var en del variasjon i surstofforbruket. Eiendommelig er det at østersen med den minste vektøkning har det storste forbruk både i ufiltrert og filtrert vann. Gjennomsnittsforbruket var 16.9 ml i ufiltrert vann og 11.5 ml i filtrert vann. Temperaturen var avtatt ca. 1° mellom de to forsøkene. RQ var gjennomsnittlig 0.9.

I løpet av den siste måned var temperaturen falt og var i november ca. 8° lavere enn i oktober. I novemberforsøkene var der 6 individer, hvorav 4 var nye. Vektøkningen hadde fra foregående veiing vært ubetydelig. De åpnete osters hadde et stort nettoinnhold, helt opp til 17.4 %. Surstofforbruket var avtatt og varierte lite for de enkelte individer. I forsøket i ufiltrert vann synes der å være et visst forhold mellom østersens tilvekst og 0_2-forbruket, men i forsøket i filtrert vann var der ingen overensstemmelse. 0_2-forbruket var i filtrert vann litt høyere enn i ufiltrert. Temperaturen var ca. ½° høyere, RQ var 0.9.

Av de østers som var anvendt i forsøkene i november, ble 4 benyttet i desember. Østersen hadde den siste måned en ganske liten vektøkning. Nettoinnholdet var forholdsvis høyt, men litt lavere enn i november. Surstofforbruket var jevnt og hadde avtatt litt siden forrige måned. Det var storst i filtrert vann, til tross for at temperaturen var litt lavere enn i ufiltrert vann. Man må imidlertid her gjøre oppmerksom på at østersen i forberedelsestiden og ved begynnelsen av forsøket i filtrert vann, hadde vært utsatt for en temperatur på 8°. Dette kan ha influert på forsoksresultatet. RQ var 0.9, men på grunn av de lave verdier temmelig upålitelig.

De 4 østers i oktober—november og desember-forsøkene ble også benyttet i januar 1942. Ingen av østersene hadde da tiltatt i vekt. Nettoinnholdet var litt lavere enn i de foregående måneder. Surstofforbruket og kullsyreproduksjonen hadde avtatt og var for en del av individene i filtrert vann bare så vidt merkbart. På grunn av unøyaktigheten ved bestemmelsen av kullsyre ble ved disse små verdier RQ meget upålitelig, varierende fra 0.6 til 4.5.

I februar, mars og april ble det som nevnt ikke utført noen forsok. Da østersen skulle tas i forsøk i mai, var det bare 26 levende osters igjen av de osters som var reservert til forsøkene. Resten var døde, deriblant de som tidligere hadde vært benyttet i åndingsforsok. Av de 26 østers hadde 24 avtatt fra 0.5—9.0 g i vekt. Hos 2 østers var vekten uforandret. Gjennomsnittlig var nedgangen i totalvekten 2.18 g. Nedgangen i vekten kan til dels skyldes at skallene var blitt slått av, enten i bassenget eller under rengjøringen før veiingen. Lengden var nemlig tatt av fra 0 til 6 mm, med en gjennomsnittlig nedgang på 1.7 mm. Noen konstant relasjon mellom nedgangen i vekt og lengde var det dog ikke.

Forsøkene i mai ble utført med 6 nye individer. De hadde fra januar avtatt fra 0—2 g. Ingen østers ble åpnet. Forsoket ble bare utført i ufiltrert vann. Temperaturen var 4—5°. Respirasjonsaktiviteten var liten.

Det tilsvarende forsok i filtrert vann ble utført 1/6—3/6. En osters nr. 122 var da død. Av de andre hadde 2 avtatt i vekt. Ostersen med det storste vekttap, nr. 129, ble åpnet og nettoinnholdet var stort, men noe mindre enn hos den andre åpnete østers. Surstofforbruket varierte en del. Osters nr. 129 hadde et høyt forbruk til tross for vekttapet. Det er en mulighet for nedgangen i vekten skyldes at kantene er slått av. Lengden var avtatt med 4 mm. Der var ingen relasjon mellom vektforandring og surstofforbruk. Der var liten variasjon i RQ. Gjennomsnittlig var den 1.0.

Østersen ble så atter veiet og tatt i forsøk 10/6. Der var til dels en liten vektøkning. Av de åpnete østers hadde den ene økt 1 g i vekt og hadde et stort nettoinnhold. Den annens vekt hadde hverken økt eller avtatt den siste måned, og dens nettoinnhold var lite. Variasjonen i surstofforbruket var liten. Gjennomsnittsforbruket av surstoff var steget overensstemmende med at temperaturen var steget. Det var høyest i ufiltrert vann enda temperaturen da var ca. 1° lavere enn i filtrert vann. RQ varierte lite og var 0.9.

Etter forsøkene i juni døde 3 av individene, nr. 118, 120 og 125, slik at der i juli måtte settes inn 5 nye østers. Siden veiingen 18. juni var østersen økt i vekt. Vektøkningen varierte mellom 0 og 4 g og var for de åpnete østers 1 og 2 g. Tilsvarende var nettoinnholdet for disse 13.0 og 14.6 %. Nr. 164 hadde larver i seg da den ble åpnet 23/7. Dens surstofforbruk var høyt, men også den andre østers hadde et stort forbruk. For de enkelte østers var der ellers en del variasjon i forbruket av surstoff. Østersen som hadde økt mest i vekt, hadde det høyeste forbruk. Minst surstofforbruk hadde en østers, nr. 152, som ikke hadde økt i vekt og som døde i løpet av juli måned. I filtrert vann var surstofforbruket lavere enn i ufiltrert vann. Temperaturen var 1° lavere enn i ufiltrert vann. RQ varierte en del. Gjennomsnittlig var RQ 0.9.

På grunn av at forsøksøstersen nr. 152 døde, ble det 3 nye individer i augustforsøkene. Vektøkningen var da fra 0 til 4 g. I netto-innholdet var der stor forskjell. Østersen med stort innhold hadde økt 2 g i vekt og det var gyt i den. Den andres innhold var meget lite, og den hadde ingen vektøkning. Surstofforbruket, som varierte en del, var lavt for østersen med det minste nettoinnhold og høyt for den som var i ferd med å gyte. En østers nr. 151 hadde utskilt larver under forsøket i filtrert vann. Den hadde et stort surstofforbruk i det foregående forsøk i ufiltrert vann. Den hadde økt i vekt den siste måned. Surstofforbruket i filtrert vann var påfallende meget høyere enn i ufiltrert vann. Temperaturen var bare 1° høyere. RQ varierte fra 0.9 til 1.0 med en gjennomsnittsverdi på 0.9.

I fig. nr. 1 har vi satt opp resultatene. Temperaturen er satt opp for hver 3. dag, sammen med gjennomsnittsverdiene for østersens totalvekt, surstofforbruk, kullsyreproduksjonen og den respiratoriske kvotient. Det framgår av figuren at østersen i dette basseng hadde levet under temperaturforhold svarende til i sjøen. Surstofforbruket fulgte stort sett temperaturen. Det var et tydelig forbruk helt ned til ca. 4°, men ved lavere temperaturer var det til dels neppe merkbart. I juli 1941 var forbruket høyere enn ved samme temperatur i 1942. I forhold til de senere resultater kan de i 1941 funne være for høye fordi totalvekten var mindre enn i de senere forsøk. I august var begge år det gjennomsnittlige forbruk lavt. Dette må skyldes individuelle variasjoner hos østersen som på den tid var i ferd med å gyte, så nettoinnholdet varierte meget fra individ til individ.

I filtrert vann var surstofforbruket som oftest lavere enn i ufiltrert vann. Årsaken hertil må være at ekskrementenes forbruk gjør at verdiene i ufiltrert vann blir noe for høye. I september 1941 og august 1942 var dog forbruket i filtrert vann høyere enn i ufiltrert vann. Dette kan skyldes at nettoinnholdet var steget en del. Således var innhold

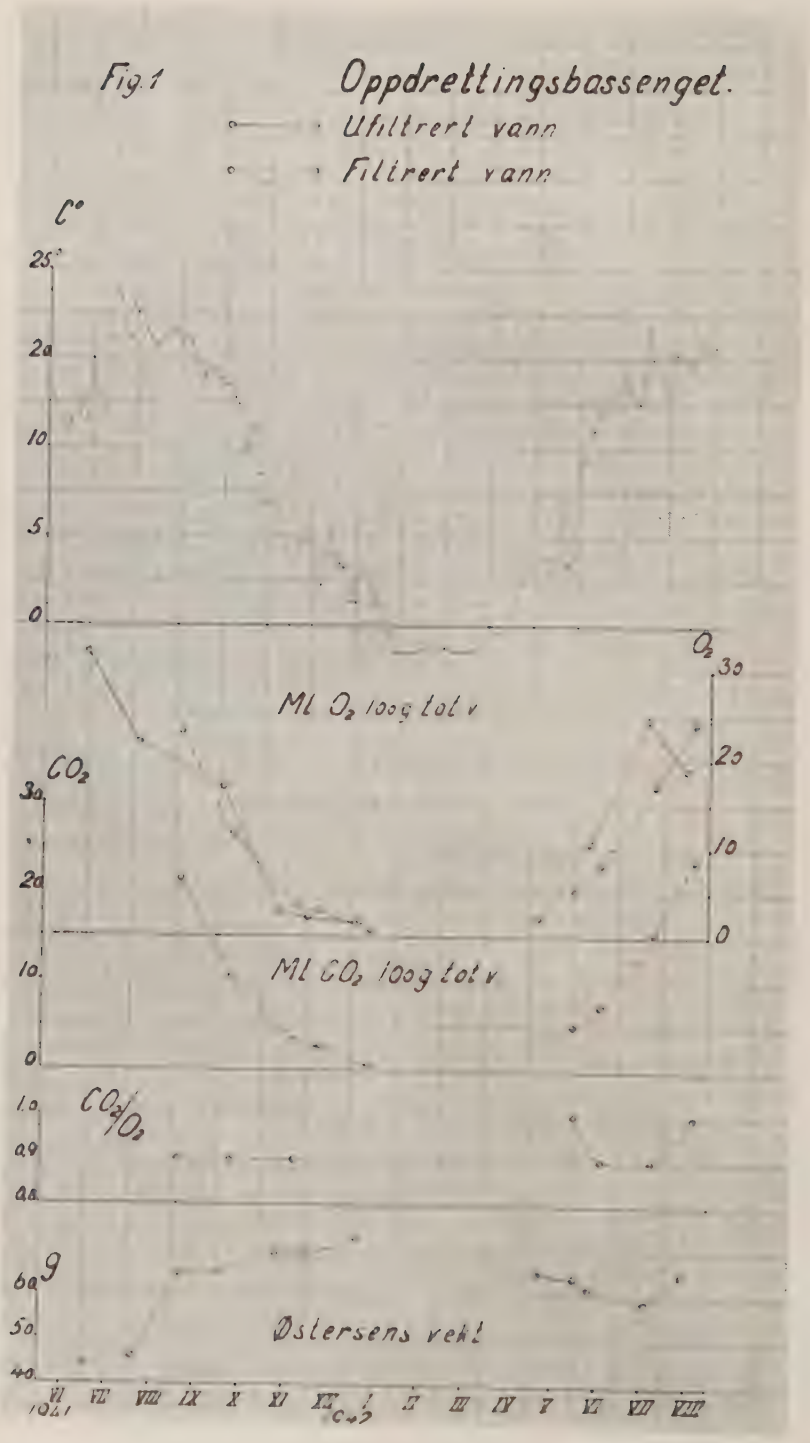


Fig. 1
Oppdrettingsbassenget.
Ufiltrert vann
Filtrert vann
C°
25
20
10
5
0
O₂
30
20
10
0
Ml O₂ 100 g tot v
CO₂
30
20
10
0
Ml CO₂ 100 g tot v
CO₂/O₂
1.0
0.9
0.8
g
60
50
40
Østersens vekt
VII
VIII
IX
X
XI
XII
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
1924
1925

stort hos de åpnete østers i 1941. Men årsaken kan også være at forsøksøstersen inneholder larver og forbruket av den grunn økte. Der var ikke noen relasjon mellom surstofforbruket og vektøkningen. Forbruket var høyest dels hos østers som hadde økt meget, dels hos de som hadde økt lite i vekt. Dette kan skyldes at fordi om totalvekten øker, behøver ikke nettoinnholdet å være steget.

De funne verdier for kullsyreproduksjonen i ufiltrert vann er ikke tatt med da de ikke representerer østersens respiratoriske kullsyreproduksjon. I filtrert vann svarte kullsyreproduksjonen som oftest til surstofforbruket. I den kolde årstid da respirasjonen var neppe merkbar gjorde analysefeilen seg så sterkt gjeldende at RQ ble upålitelig. RQ var i de øvrige måneder 0.9—1.0. Den variasjon der var i RQ til de forskjellige årstider var så liten at den ligger innen analysefeilen.

B. Forsøkene i Østersbassenget.

I tabell II er oppført de funne verdier. I dette basseng var temperaturforholdene slik som de stort sett er i lukkete poller. Om sommeren var temperaturen høy, over 25°. Utover høsten falt den hurtig og var under 0° fra midt i januar til ut mars måned, hvorpå temperaturen steg så raskt at i midten av mai var den ca. 20°. Surstoffprosenten varierte meget i dette basseng, og var våren og forsommeren 1942 helt opp til ca. 300. Som det framgår av tabell II så ble forsøkene utført både i ufiltrert og filtrert vann. Vi må da være oppmerksomme på at under filtreringen vil vannets surstoffinnhold forandres. I forsøkene i juni og juli ble således surstoffprosenten under filtreringen redusert fra ca. 200 til 100. Østersen ble da etter i lang tid å ha levet i vann med høyt surstoffinnhold overflyttet til vann med meget lavere surstoffinnhold.

Østersbassenget blir benyttet som gytebasseng for østers. Det ble påvist gyting sommeren 1941 og 1942. Det siste år allerede fra slutten av mai. Ingen av de åpnete østers inneholdt gyt eller larver. Men det er en mulighet for at forsøksøstersen hadde gytt både i 1941 og 1942. Derved kan det være en del variasjon i det prosentvise nettoinnhold fra individ til individ.

Utover høsten 1941 økte de til forsøkene reserverte østers meget i vekt, derved kan det prosentvise nettoinnhold ha avtatt en del. I den kolde årstid døde de fleste forsøksindivider og de nye individer hadde gjennomsnittlig litt lavere totalvekt enn de tidligere benyttete. Årsaken hertil var for en del at deres totalvekt hele tiden hadde vært lavere, dels at vekten var gått noe ned i løpet av vinteren. Gytingen og forskjellen i totalvekten er forhold som vi må være oppmerksomme på ved bedømmelsen av resultatene. Hvert forsøk vil bli beskrevet nedenfor.

I det første forsøk 3.—4. juli 1941 hadde østersen et høyt surstofforbruk. Der var en del variasjoner i de enkelte østers forbruk. Surstoffet var ved forsøkets slutt nesten oppbrukt, fordi forsøket hadde vart for lenge og forsøket ble derfor gjentatt 9. juli med 4 andre østers. Mellom individenes forbruk av surstoff var der også da en del forskjell, sannsynligvis fordi østersen var i forskjellige kjønnsstadier. Der hadde vært gyting i bassenget, men ingen østers ble åpnet så forskjellen ble ikke påvist. Temperaturen var lavere enn i det første forsøk, og gjennomsnittsforbruket var mindre.

I begynnelsen av august viste det seg at de 4 nye østers som da ble tatt til forsøket til dels hadde økt i vekt. Den ene av de åpnete østers hadde stor vektøkning, og et stort nettoinnhold. Den andre ingen økning og et lite innhold. Merkverdig var det at østersen med det store innhold hadde et lite surstofforbruk, og den andre et stort forbruk.

Forsøkene i september ble utført med 4 nye østers som hadde økt fra 2.5 til 8 g i vekt fra veiingen i august. Nettoinnholdet var størst for den av de åpnete østers som hadde økt mest i vekt. Der var liten variasjon i surstofforbruket. RQ varierte lite og var gjennomsnittlig 0.9.

Av veiingen i oktober framgår det at de 4 nye østers til forsøkene hadde øket jevnt i vekt. Nettoinnholdet var stort for begge de åpnete østers og høyere enn i september. Der var liten variasjon i surstofforbruket i ufiltrert, en del større i filtrert vann. Forbruket var lavere i filtrert enn i ufiltrert vann, temperaturen hadde avtatt ca. 4°. RQ varierte fra 0.7 til 1.0 og var gjennomsnittlig 0.9.

I november ble 2 av østersene fra oktoberforsøkene og 4 nye benyttet. Vekten var uforandret for 3 av individene. De andre 3 hadde øket en del i vekt. De østers som hadde den største vektøking ble åpnet. Det prosentvise nettoinnhold var litt mindre enn hos de åpnete østers i den foregående måned. Surstofforbruket var lavt og varierte lite. Det var lavere i filtrert enn i ufiltrert vann. Temperaturen i det filtrerte vann var 4° for høyt ved påfyllingen av glassene. RQ var unøyaktig på grunn av de lave verdier i surstofforbruket og kullsyreproduksjonen. Den varierte fra 0.7 til 1.0.

I desember ble de samme 4 individer benyttet som i november. Der var ingen vektforandring. Nettoinnholdet hos de åpnete østers varierte. Det var hos den ene 11.9 % som hos de åpnete østers i november. Hos den andre var det lavt, bare 2.4 %. Surstofforbruket var lavt og der var liten variasjon i forbruket. I ufiltrert vann var det en del lavere enn i filtrert vann. Temperaturen i forberedelsestiden i filtrert vann var steget 4°. Det filtrerte vann hadde en temperatur på 8° så forsøket ble til å begynne med utført ved en for høy temperatur. Dette kan ha influert på forsøksresultatene i filtrert vann. Respirasjonsaktiviteten var liten og RQ upålitelig. Gjennomsnittlig var den 0.8.

I januar var østers nr. 9 død og måtte erstattes med en ny. Hos de øvrige var vekten uforandret fra i desember. De åpnete østers nettoinnhold var større enn i de 2 foregående måneder. Forbruket av surstoff var lavt, i filtrert vann nesten ikke merkbart, likeså kullsyreproduksjonen. RQ var derfor særlig unøyaktig og varierte fra 0 til 4.3. Temperaturen var da ca. 1 kuldegrad.

Av de 200 reserverte østers var de fleste døde i kuldeperioden januar—april 1942 så bare 18 østers var levende i mai. De hadde dels avtatt litt i vekt, gjennomsnittlig 0.4 g, antagelig fordi kantene var slått av, lengden var gjennomsnittlig tatt av 2.3 mm, dels hadde de økt litt i vekt. Av disse 18 ble 4 østers tatt til serieøsters og benyttet i alle senere forsøk sammen med 2 nye for hver gang.

I mai, hadde 4 av østersene hatt en vektøkning på 0.5—3.0 g, de andre hadde avtatt 1 g. Der var en del variasjon i surstofforbruket. Mellom dette og

vektøkningen var det ingen overensstemmelse. Surstofforbruket var lavere enn ved denne temperatur høsten 1941. Da ingen østers ble åpnet, ble ikke nettoinnholdet bestemt. Da parallellforsøket i filtrert vann skulle bli utført 3. juni, var 2 av østersene nr. 114 og 135 døde. Den første hadde før maiforsøket en liten vektøkning og dens surstofforbruk i mai var høyt. Den andre hadde økt 3 g i vekt, men hadde et lavt forbruk av surstoff. De øvrige østers ble veiet 3. juni, En østers hadde økt i vekt, og en hadde minket i vekt den siste måned. De øvriges vekt, deriblant de åpnete østers var uforandret. Nettoinnholdet hos de åpnete østers varierte og var mindre enn hos de østers som ble åpnet i januar. Variasjonen mellom de enkelte østers surstofforbruk var liten. Gjennomsnittsforbruket i filtrert vann var lavere enn i ufiltrert vann til tross for at temperaturen var 6—7° høyere. Under filtreringen var vannets surstoffinnhold avtatt, slik at østersen ble flyttet fra vann hvis surstoffprosent var 213 til et på 69. RQ var fra 0.8 til 1.0.

Forsøkene ble så utført midt i juni. Forsøksøstersens vekt var uforandret, unntatt hos en av de åpnete hvis vekt hadde økt litt. Denne østers hadde et noe større nettoinnhold enn den andre åpnete østers. Surstofforbruket varierte meget for de enkelte individer. Sannsynligvis var østersen i forskjellige kjønnsstadier. Temperaturen var høy i bassenget, ca. 25°, og der hadde vært gyting. Temperaturen var litt høyere under forsøket i filtrert enn i ufiltrert vann. I filtrert vann var forbruket betraktelig lavere enn i ufiltrert vann. Østersen ble nå som 3. juni overflyttet til filtrert vann med et meget lavere surstoffinnhold. Surstoffinnholdet svarte til en mettingsprosent på 200 før og 84 etter filtreringen. RQ var 0.8 til 0.9.

Da østersen ble veiet i juli, hadde de økt meget i vekt. Av de åpnete østers hadde den med størst vektøkning det største prosentvise nettoinnhold, men det var for begge nokså lite. Variasjonen i surstofforbruket var liten. Forbruket var høyt i ufiltrert vann, men lavere enn ved 22° sommeren 1941. I filtrert vann var forbruket lavt. Som i de 2 foregående forsøk i filtrert vann ble vannets surstoffinnhold redusert under filtreringen. I bassenget var surstoffprosenten 164, i det filtrerte vann var den 108. RQ var unøyaktig. Den varierte fra 0.6 til 0.9.

Det siste forsøk ble foretatt i august. Vektøkningen var da litt mindre enn den foregående måned. De åpnete østers hadde begge økt i vekt. Østersen med den største vektøkning hadde et stort nettoinnhold. Den annens innhold var lite. Dens surstofforbruk var også lavt. Forbruket av surstoff varierte meget for de enkelte individer, men der var ikke noen relasjon til vektøkningen. I filtrert vann var gjennomsnittsforbruket litt høyere enn i ufiltrert vann enda temperaturen var den samme. Vannets surstoffprosent var under filtreringen redusert fra 102 til 86 ml/l. RQ var fra 0.9 til 1.0.

På tilsvarende måte som for Oppdrettingsbassenget er verdiene for østersbassenget satt opp i figur 2. Dessuten er her tatt med surstoffprosenten i bassenget. Temperaturen både falt og steg raskere i dette basseng, og temperaturforholdene svarte her stort sett til de i de lukkete poller. I Oppdrettingsbassenget fulgte surstofforbruket stort sett temperaturen både i ufiltrert og filtrert vann. I Østersbassenget derimot var der til dels store avvikelser. Best er overensstemmelsen mellom temperaturen og forbruket i ufiltrert vann, men forbruket våren 1942 er lavere enn ved samme temperatur sommeren 1941. For en del kan dette skyldes at det prosentvise nettoinnhold var lite fordi østersen

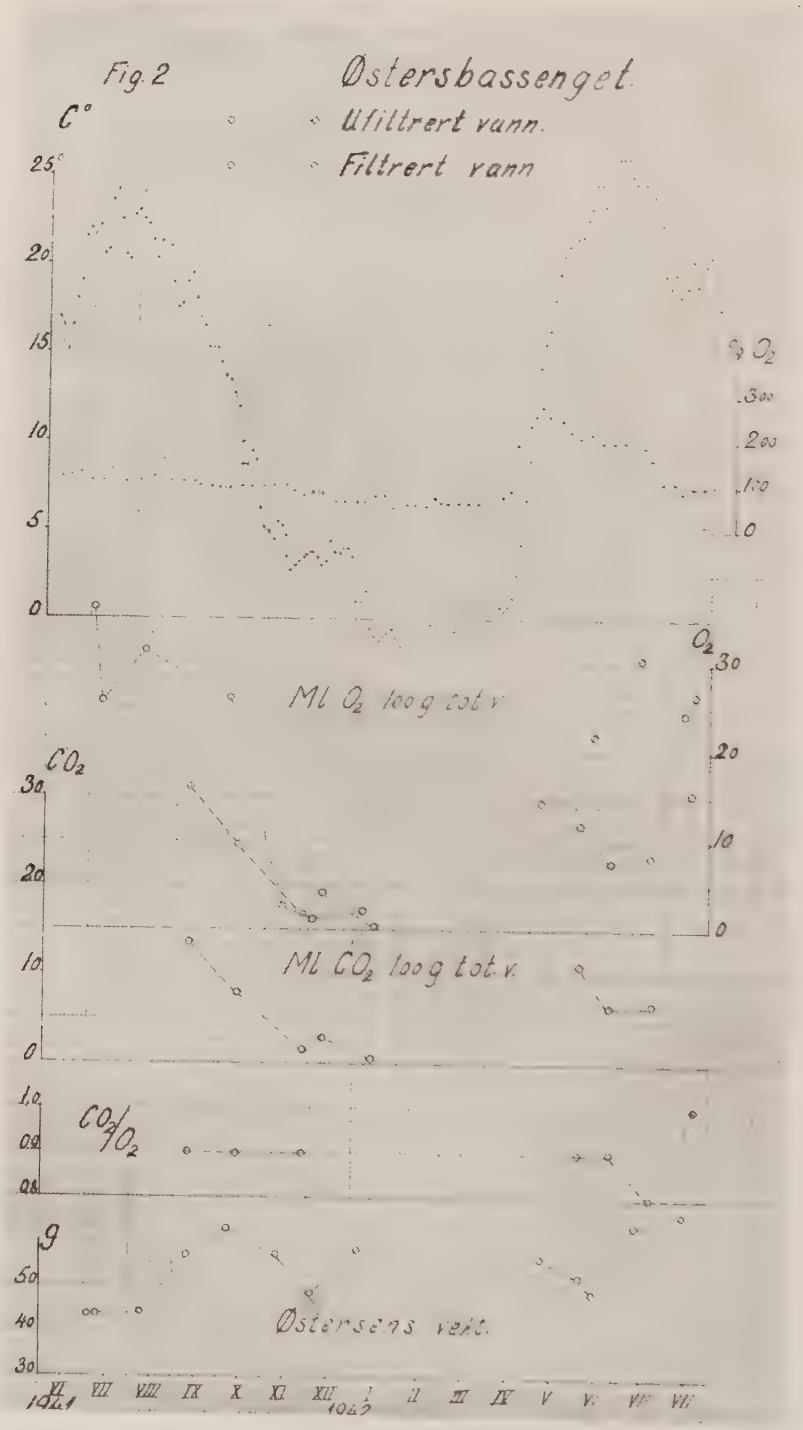


Fig. 2
Østersbassenget.
C°
Ufiltrert vann.
Filtrert vann
25
20
15
10
5
0
mg O2
300
200
100
0
O2
30
20
10
0
Ml O2 100 g tot v.
CO2
30
20
10
0
Ml CO2 100 g tot v.
1,0
0,9
0,8
CO2/O2
g
50
40
30
Østersens vekt.
VI 1041
VII
VIII
IX
X
XI
XII
I 1042
II
III
IV
V
VI
VII
VIII

hadde økt i totalvekt og også muligens hadde gytt. Men det er en mulighet for at forbruket er lavt fordi østersen i lang tid hadde levet ved meget lav temperatur og så ble utsatt for en rask temperaturstigning. Det høyere forbruk i juli da temperaturen i noen tid hadde vært temmelig konstant tyder på dette.

I filtrert vann var surstoffforbruket slik som vi skulle vente, lavere enn i ufiltrert vann hvor ekskrementenes forbruk blir medregnet i resultatene. En unntakelse herfra fant vi i desember. Dette må skyldes at forsøksresultatene i filtrert vann var feilaktige fordi temperaturen var for høy i forberedelsestiden, og i begynnelsen av forsøket. I juni og juli 1942 ble der funnet et påfallende lavt forbruk. Da forsøkene i ufiltrert og filtrert vann ble utført med de samme østers kan ikke individuelle variasjoner ha innfluert; men det er mulig at der er en ytre årsak til det lave forbruk i filtrert vann. Under filtreringen av vannet var nemlig dets surstoffinnhold blitt betraktelig redusert. Surstoffprosenten var således før filtreringen ca. 200 % og etter denne ca. 100 %. Østersen som i lengre tid hadde levet i vann overmettet av surstoff, ble derfor overflyttet til vann med et meget mindre surstoffinnhold. Selv om der ikke ble funnet noen relasjon mellom reduksjonen av vannets surstoffinnhold og østersens surstofforbruk, er det en mulighet for at den store reduksjonen har influert så forbruket ble lavt. Det høye forbruk i august måned tyder på at dette kan være årsaken. Østersen hadde da en måneds tid levet i vann med et lavere surstoffinnhold enn tidligere på sommeren. Og under filtreringen ble vannets surstoffinnhold ikke vesentlig forandret så østersen ble ikke utsatt for stor forandring i vannets surstoffinnhold. Før disse forsøk fikk østersen ligge 2 døgn i filtrert vann. I et forsøk som ikke hører med til denne forsøksserie, men ble utført i Østersbassenget i juli det år med østers fra dette basseng, fikk østersen ligge 4 døgn i filtrert vann. Hos disse østers var forbruket 22.5 ml = ca. 3 gange så høyt som hos de andre østers. Det ser derfor ut til at en stor plutselig reduksjon i vannets surstoffinnhold nedsetter østersens forbruk, men at forbruket etterhvert igjen stiger til det normale. Noen relasjon mellom økningen i totalvekten og surstofforbruket ble heller ikke funnet hos østersen i dette basseng.

Kullsyreproduksjonen i ufiltrert vann er ikke tatt med på figuren. I filtrert vann var kullsyreproduksjonen som oftest noe lavere enn surstofforbruket. I den kolde årstid da respirasjonen bare såvidt var merkbar, gjorde analysefeilen seg sterkt gjeldende. For øvrig varierte RQ mellom 0.8 og 1.0. Selv om det var en del variasjon i RQ våren og sommeren 1942 kan man ikke derav med sikkerhet si at det skyldes årstiden. Respirasjonsaktiviteten var nemlig så liten at analysefeilen influerte temmelig meget.

VI. Sammendrag og diskusjon.

Formålet med dette arbeide var å undersøke østersens respirasjon ved de forskjellige forhold den lever under her på Sørlandet — fra temperaturer under 0° til ca. 25° C og en surstoffprosent fra 0 til ca. 200.

Det viste seg snart mange metodiske vanskeligheter. Den første var å skaffe et ensartet materiale. Ved å undersøke samme individer under forskjellige betingelser kunne man ikke få bestemt østersens nettoinnhold. Og det er dette som er avgjørende for respirasjonen. Tok man stadig nye østers til forsøkene kunne man bestemme nettoinnholdet og dyrets fysiologiske utvikling med hensyn til kjønnsstadiet. Men da hadde man til gjengjeld den vanskelighet at de enkelte individer kan ha en forskjellig livsintensitet.

Hele tiden er det anvendt østers som har levet under ensartete forhold. For en del individer ble respirasjonen bestemt med ca. 1 måneds mellomrom. Samtidig ble der tatt med i hver undersøkelse 2 individer som etter forsøket ble åpnet. Derved fikk vi antydet nettovekten.

Respirasjonsforsøkene ble utført i 2 liters lukkete glass, med 1 østers i hvert glass. For å få ensartete prøver måtte man før prøvetakingen vende glassene noen ganger. Derved kunne små skallstykker slåes av østersen og influere på kullsyreverdiene. For å hindre skallstykker i å komme ut i vannet ble østersen derfor knyttet lost inn i et stykke dobbelt bærstrie. Ved forsøkets slutt ble det bestemt innhold av surstoff, total kullsyre og organiske syrer i vannet. I en beholder med bare sjøvann vil innholdet av surstoff og kullsyre etterhvert forandres, for å få eliminert denne forandring utførte vi alltid parallellforsøk med det vann som ble fylt i glassene. Verdiene i blindforsøket ved slutten av forsøket ble så lagt til grunn for beregningen av østersens respirasjon.

Ved å analysere vannet hvori dyrene har levet får man ikke rene respirasjonsverdier. Dyrets livsprosesser for øvrig f.eks. utskillelse av ekskrementer, vil innvirke på kullsyreøkningen og surstofforbruket. Disse feilkilder kan bli redusert i vesentlig grad ved å holde dyret i noen tid før forsøket, i filtrert sjøvann, slik at tarmen blir tomt, og så utføre forsøket i filtrert vann.

Det ser ut til at man må være meget varsom med østersen før forsøkene. Hvis temperaturen endres meget f.eks. under filtreringen, vil dette influere på de senere forsøksresultater. Som oftest vil da forbruket bli for lavt uansett om temperaturen stiger eller faller. Etter hvert vil forbruket bli normalt, men den tid som medgår hertil ser ut til å være forskjellig. De temperaturforhold østersen tidligere har levet under har vistnok betydning.

Under filtreringen kan sjøvannets innhold av surstoff bli vesentlig forandret. Utforte forsøk tyder imidlertid på at en moderat forandring, ca. 45 %, ikke influerer på resultatene.

Forsøkene er dels utført i Oppdrettingsbassenget hvor forholdene stort sett svarer til forholdene i skjærgården. Dels er forsøkene utført i Østersbassenget hvor temperaturen ble meget høyere og hvor surstoffinnholdet varierte sterkt i likhet med hva der finner sted i de norske østerspoller.

Fig. 1 viser resultatene i Oppdrettingsbassenget. Stort sett viser surstofforbruket og kullsyreproduksjonen en sterk parallellitet med temperaturen. Der er en del avvikelser i juli og august begge år. Disse skyldes sannsynligvis østersens gyting og kjønnsskifte og de dermed følgende forandringer i østersens nettovekt.

Resultatene for Østersbassenget er tegnet opp i figur 2. Vi finner også her til dels den samme avhengighet mellom temperatur og respirasjonsaktivitet. Men uregelmessighetene er her større. Det er formodentlig gytingen som her ved de høyere temperaturer gjør seg sterkere gjeldende. Men det er også en mulighet for at den raske temperaturstigning influerer på forbruket.

I fig. 3 a er gjengitt samtlige resultater utført i ufiltrert vann og i fig. 3 b i filtrert vann. Variasjonsbredden er forholdsvis stor i filtrert vann. Dette skyldes sannsynligvis den forandring i miljøet østersen har vært utsatt for i forberedelsestiden før en del av disse forsøk.

Fig. 3 a tyder på at østersen har et merkbart surstofforbruk ved temperaturer helt ned mot 0°. Men ser man på fig. 3 b er det naturlig å anta at forbruket skyldes andre livsprosesser enn den direkte respirasjon. Fra ca. 4° er det et tydelig forbruk som stiger stadig til en temperatur av ca. 25°, den høyeste temperatur hvorved der er utført forøsk.

I fig. 4 er stillet sammen de resultater som foreligger over østersens surstofforbruk. Nozawa arbeidet med den japanske østers, Ostrea circumpicta, Mitchell med den amerikanske, Ostrea virginica, Spärch og vi med den europeiske, Ostrea edulis.

Det framgår av figuren at der er god overensstemmelse mellom våre resultater og Mitchells og Nozawas, Spärchs verdier ligger påfallende lavere.

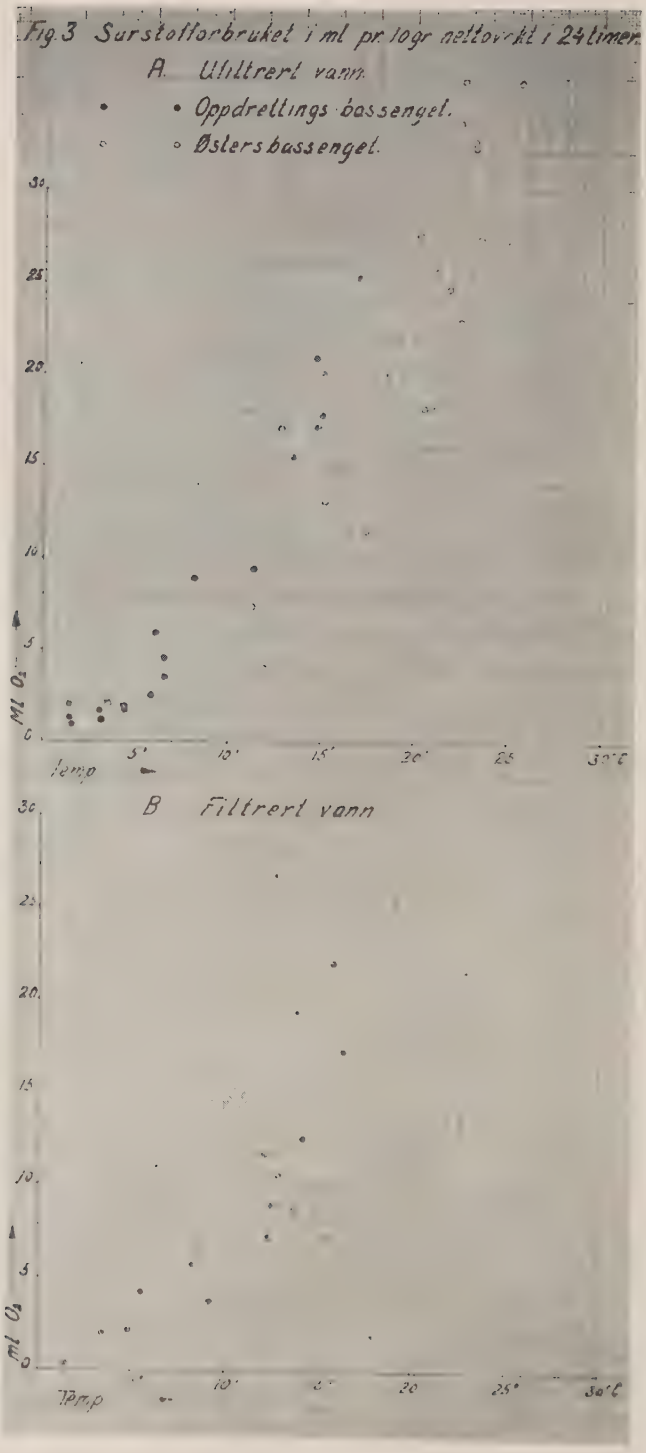
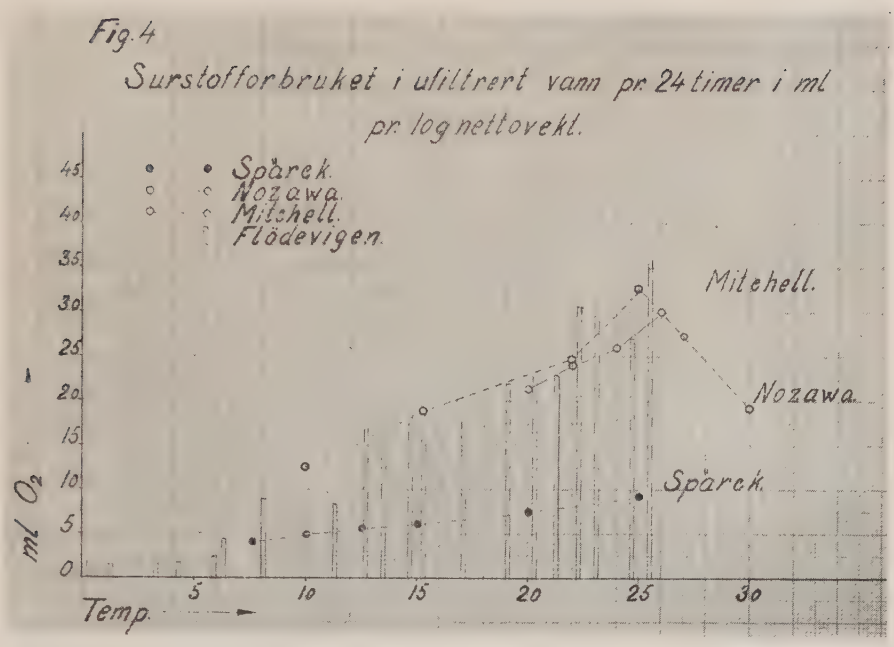


Fig. 3 Surstofforbruket i ml pr. 10gr nettovekt i 24 timer.
A. Ufiltrert vann.
• Oppdrettings-bassenget.
○ Østersbassenget.
ml O₂
Temp
B Filtrert vann
ml O₂
Temp



Kullsyreproduksjonen fig. 1 og 2 er stort sett parallell med surstofforbruket. Respirasjonskvotienten varierer i alminnelighet omkring 0.9. På grunn av den relativt store analysefeilen i kullsyrebestemmelsen, kan man ikke legge stor betydning i de avvikelser som ble funnet. Ved de lave temperaturer er verdien for surstoff-forbruket og kullsyreproduksjonen så små at uunngåelige unøyaktigheter ved analysene spiller en stor rolle.

Av spesiell betydning for østersens oppdrett i poller hvor surstoffet ofte forekommer sparsomt, er at østersen formår å nyttiggjøre alt fritt surstoff.

Summary.

In Norway the oyster, *Ostrea edulis*, is cultivated in small natural salt-water ponds, with but narrow communications with the sea. On the top of the ponds we have generally a layer of fresh water. The temperature rises very high during summer — to 25° C or even higher. In winter the ponds may be covered by ice for about 5 months. And especially on the Skagerrak coast the temperature of the sea water may approach zero. During summer the production of phytoplancton is very high. And the quantity of oxygen produced may often exceed 150 per cent of saturation. In autumn the sunlight becomes scarce, the oxygen will be consumed to a high degree, and hydrogen of sulphur may occur in the bottom layers.

It will be understood that the oysters in these ponds must be in possession of a great power of adaptation to different environments. In the present paper are given the results of experiments on the consumption of oxygen, and the production of carbondioxide by the oyster at different temperatures.

The oysters used were taken from the same batch. They were partly brought directly into the experiments, and partly kept for a few days beforehand in filtered water, in order that they may rid themselves of contents in the intenstines that might impair the analysis. Prior to the experiments the oysters were brushed and washed with 40 per cent alcohol, and oysters intended for use in series in the experiments were numbered.

The experiments were performed in glasses containing 2 litres of sea water. They were closed water-tight by means of glasslids, rubber bands and springs. During the experiments the glasses had to be turned in order to bring about circulation. To prevent small bits of shell to be broken off and come into the analysis for carbondioxide, the oysters were wrapped in pieces of gaze.

In each experiment were used several oysters, kept in separate glasses. In order to eliminate the changes occasioned by the life processes of the plancton and the bacteria in the sea water used, glasses

filled with the same water were included in the experiments. The results then represent the difference between the actual sample and the blind proof.

The duration of each experiment varied according to the temperature. Care was taken to stop the experiment before all the oxygen had been consumed.

The results are given seperately for the individuels opened later, to determine the net weight, and for oysters kept for further experiments. In the latter the total weight was used.

The chief results are given in Figs. 1—4.

Fig. 1. The oysters used were kept in the rearing pond. And the closed experimental glasses were placed at a depth of one metre in the pond. The sea water in this pond was constantly renewed from a depht of approximately 15 metres below the surface. The temperature varied in conformity with the sea temperature. The variations in the salinity were small.

In the figure the temperature is given in the uppermost curve. It varied between — 1.5° and + 19.2° C. The consumption of oxygen expressed in ml of 0_2/100 g of total weight per 24 hrs, both in filtered and unfiltered water, runs — as might be expected — fairly parallel to the temperature. The consumption is severely lowered when the temperature falls below 5°, and equals 0 when the temperature reaches zero. The production of CO_2, stated in the same terms, runs fairly parallel, the R.Q. is varying from 0.9 to 1.0. The values of R.Q. for the experiments at the lowest temperatures are not given, not being reliable. The production of CO_2 in experiments with oysters in unfiltered water is not stated, the values being influenced by the excrements.

At the bottom of the figure is given the average weight of the oysters used. The weight increased from June 1941 to January 1942. During the cold period the weight decreased.

Fig. 2. The oysters used were kept in the oysters pond. In this basin the water was renewed when necessary. The temperature was allowed to rise, in this case to 26° C. Unlike the other basin, the quantity of oxygen rose here very high. From the diagram it will be seen that the 0_2 percentage in the spring of 1942 reached nearly 300.

In 1941 the consumption of oxygen was what might be expected. In 1942 the values for oysters kept in filtered water was very low. It is assumed that this was occasioned by the oysters having been transfered from water with a high percentage of oxygen, 200 per cent, to filtered water with but 100 per cent.

Fig. 3 gives the consumption of oxygen. All the experiments are arranged according to temperature. In the preceding figures the values

have been reduced to 100 g of the total weights. In the experiments, some of the specimens were opened to determine the net weights. By means of these net weights the consumption of oxygen were here reduced to 10 g of the net weights for all the samples.

Fig. 3 a contains the result obtained with unfiltered water. The consumption rises along a straight line according to temperature, except at the lowest temperatures.

In Fig. 3 b we have the corresponding values for oysters kept in filtered sea water. The values here diverge very much. The process of keeping the oysters in filtered water apparently caused some disturbances. They may have been due to variations in the temperature, and in the content of oxygen. At very low temperatures we found here no consumption of oxygen.

In Fig. 4 the results of experiments with oysters in unfiltered water, carried out at Flødevigen, are parallised to the results obtained by other investigators. MITCHELL dealt with *Ostrea virginica*, NOZAWA with *Ostrea circumpicta*, and SPÄRCH with *Ostrea edulis*. The results obtained by MITCHELL and NOZAWA correspond to the Norwegian ones. The consumption found by SPÄRCH is much lower.

LITTERATUR.

1. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX, T. 5, H. 1. 1927.
2. Berkeley, C.: On the Crystalline Style as a possible Factor in the Anaerobic Respiration of certain Marine Mollusks. Journ. of Exp. Zool. XXXVII, Phil. 1923.
3. Bertho, A. und Grassmann, W.: Biochemisches Prakticum. Berl. 1936.
4. Bruce, J. R.: The Respiratory Exchange of the Mussel (Mytilus edulis L.). Biochem. Journ. Vol. XX, p. 829—847. Lon. 1926.
5. — A pH-Method for Determining the Carbon-Dioxide Exchanges of Marine, Brackish-Water and Freshwater Organisms. British Journ. of Exp. Biol. 1924/25, Vol. 2, p. 57—65.
6. Buch, K.: Die Kohlensäurefaktoren des Meerwassers I und II. Cons. Per. Int. pour l'Exploration de la Mer. Rapp. et Proc.-Verb. des Reunions, Vol. LXVII.
7. — Der Borsäuregehalt des Meerwassers und seine Bedeutung bei der Berechnung des Kohlensäuresystems im Meerwasser. Ibid. Vol. LXXXV, 2°, 3', 1932—33.
8. — , Harvey, H. W., Wattenberg, H. und Gripenberg, S.: Über das Kohlensäuresystem im Meerwasser. Ibid. Vol. LXXIX, 1932.
9. Dakin, W. J. and Dakin, C. M. G.: The Oxygen Requirements of certain Aquatic Animals and its Bearing upon the Source of Food Supply. British Journ. of Exp. Biol. 1924/25, Vol. 2, p. 293—323.
10. Dannevig, A.: Litt om østers og østerskultur. Naturen 1932. Årg. 56, s. 230—246.
11. Fox, Ch. J. J.: On the Determination of the Atmospheric Gases dissolved in Sea Water. Cons. Per. Int. pour l'Exploration de la Mer. Publ. de Circonstance, No. 21, 1905.
12. — On the Coefficient of Absorption of the Atmospheric Gases in Distilled Water and Sea Water. Ibid. Nr. 41, 1907.
13. Freund, H.: Leitfaden der Kolorimetrischen Methoden für den Chemiker und Mediziner. Berlin 1928.
14. Galtsoff, P. S.: The Effect of Temperature on the Mechanical Activity of the Gills of the Oyster. (Ostrea virginica, Gm.). Journ. of Gen. Phys. Vol. XI, 1928.
15. — Experimental Study of the Function of the Oyster Gills and its Bearing on the Problems of Oyster Culture and Sanitary Control of the Oyster Industry. U. S. Dep. of Commerce. Bull. Bur. of Fish. Vol. XLIV, 1928, Wash. 1929.

16. Galtsoff. P. S. and Whipple, D. V.: Oxygen Consumption of Normal and Green Oyster. Ibid. Vol. XLVI, 1930, Wash. 1931.
17. Gaarder, T.: De vestlandske fjorders hydrografi. 1. Surstoffet i fjordene. Bergens Museums Årbok, Naturv. rekke 1915/16, Nr. 2.
18. — Betingelsene for østersavl i Norge. Naturen 1932, Årg. 56, s. 289—300.
19. — Chemische Schwankungen der Auster in norwegischen Brutpollen. Extrait des Compt. rend. du Lab. Carlsberg, Sér. Chim. Vol. 22. 1938.
20. — Untersuchungen über Produktions und Lebensbedingungen in norwegischen Austern-Pollen. Bergens Museums Årbok. Naturv. rekke 1932, Nr. 3.
21. — und Alvsaker, E.: Biologie und Chemie der Auster in den norwegischen Pollen. Bergens Museums Årbok, Naturv. rekke 1941, Nr. 6, s. 1—236.
22. — and Spärch, R.: Biochemical and Biological Investigations of the Variations in the Productivity of the West Norwegian Oyster Pools. III. Cons. Per. Int. pour l'Exploration de la Mer, Extrait du Rapp. et Proc.-Verb. Vol. LXXV, 1931.
23. — und Spärch, R.: Hydrographisch-biochemische Untersuchungen in norwegischen Auster-Pollen. Bergens Museums Årbok, Naturv. rekke 1932, Nr. 1.
24. Håvinga, B.: Austern und Muschelkultur. Handbuch der Seefischerei Nordeuropas. B. VII, H. 5, Stutt. 1932.
25. Henze, M.: Über den Einfluss des Sauerstoffdrucks auf den Gaswechsel einiger Meerestiere. Biochem. Zeitschr. B. 26. Berlin 1910.
26. — Untersuchungen an Seetieren. Abderhalden. Handbuch der biol. Arbeitsmethoden. Abt. IX, T. 5, H. 1, 1927.
27. Knauthe, K.: Zur Kenntniss des Stoffwechsel der Fische. Pflügers Archiv, B. 73. 1898/99.
28. Kolthoff, I. M:. Die Massanalyse. T. 2. Berlin 1928.
29. Lindstedt, Ph.: Untersuchungen über Respiration und Stoffwechsel von Kaltblütern. Zeitschr. für Fischerei. B. XIV, H. 3. Berlin 1914.
30. More, B. E., Edie, E. S., and Whitley, E.: The Nutrition and Metabolism of Marine Animals. The Rate of Oxidation and Output of Carbon-Dioxide in Marine Animals in Relation to the Available Supply of Food in Sea Water. Lancashire Sea-Fisheries Laboratory. Report No. 22. 1913. Liverpool 1914.
31. Mitchell, P. H.: The Oxygen Requirements of Shellfish. U. S. Dep. of Commerce. Bull. Bur. of Fish. Vol. XXXII, 1912. Wash. 1914.
32. Nelson, T. C.: Report on the Department of Biology of the New Jersey Agr. College Exp. Sta. 1920, p. 335.
33. Nozawa, A.: The Normal and Abnormal Respiration in the Oyster, (Ostrea circumpicta Pils.). Rep. Tohoku Imp. Univ. Fourth Series. Biol. Vol. IV, No. 1, Fasc. 2. Sendai, Japan April 1929.
34. Orton, J. H.: Oyster Biology and Oyster-Culture. Lon. 1937.
35. Peters, J. P. and van Slyke, D. D.: Quantitative Clinical Chemistry. Vol. II. London.
36. Reguault et Reiset: Recherches cliniques sur la respiration des animaux. Ann. de Chim. et de Phys. T. 26, 1849.
37. Spärch, R.: On the Relation between Metabolism and Temperature in some Marine Lamellibranches, and its Zoogeographical Significance. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd. XIII, 5.

38. Spärch, R.: Undersøgelser over Østersens (Ostrea edulis) Biologi i Limfjorden, særlig med Henblik på Temperaturens Indflydelse på Kjønsskifte. Beretning fra den danske biolog. Sta. XXX, 1924.
39. — Undersøgelser over Østersens (Ostrea edulis) Biologi II—IV. Ibid. XXXIII, 1927.
40. — Undersøgelser over Østersens (Ostrea edulis) Biologi VI—VIII. Ibid. XXXV, 1929.
41. — Undersøgelser over Østersens (Ostrea edulis) Biologi X. Ibid. XXXVIII 1933.
42. Tamura, T.: The Power of the Adductor Muscle of the Oyster, Ostrea circumpicta Pils. Rep. Tohoku Imp. Univ. Fourth Series, Biol. Vol. IV, Nr. 1. Fasc. 2. Sendai, Japan, April 1929.
43. Treadwell, F. P.: Lehrbuch der Analytischen Chemie. B. II. Lpz. 1923.
44. Vernon, H. M.: The Respiratory Exchange of the Lower Marine Invertebrates. Journ. of Phys. Vol. XIX, 1895/96.

Tabell I. *Oppdrettings-bassenget 1941—42.*

Østers nr.	Vekt-øking g	Total-vekt g	Netto-innhold %	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Nettov.	Ufiltrert vann: CO_2 produksjon ml/100 g Totalvekt	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Nettov.	Filtrert vann: CO_2 prod. ml/10 g Totalv.	R. Q
				1941. 1.—2. juli 15.2—14.2°						
5		41.0		33.2		71.0 — 43.4 = 27.6				
6		39.5		32.9		80.0 — 47.8 = 32.2				
7		47.5		36.6		73.1 — 39.5 = 33.6				
8		48.0		24.8		31.7 — 8.1 = 23.6				
Gj.sn.		44.0		32.4		64.0 — 34.7 = 29.3				
				5. *august* 17.0°						
9	2.0	40.5	8.4	13.1	15.6	40.3 — 17.8 = 22.5				
10	0	55.0	8.7	15.7	17.9	25.3 — 7.1 = 18.2				
13	8.5	45.0		35.4		29.8 — 2.7 = 27.1				
14	2.0	40.5		22.5		55.9 — 36.1 = 19.8				
Gj.sn.	3.1	45.3	8.6	21.7		37.8 — 15.9 = 21.9				
							4.—5. september. 16.3—16.4°			
15	5.0	75.0					24.4		22.2	0.9
16	12.0	66.0					22.6		21.2	0.9
17	10.0	50.0	13.2				26.2	19.8	24.4	0.9
18	15.0	65.0	13.8				19.5	14.1	18.1	0.9
Gj.sn.	10.5	64.0	13.5				23.2	17.0	21.5	0.9
				2.—3. oktober. 13.7—13.5°			*7.—8. oktober* 12.9—12.8°			
20	9.0	65.0		14.8		23.5 — 10.1 = 13.4	10.0		8.2	0.8
21	11.0	74.0		18.0		23.5 — 8.0 = 15.5	10.0		8.4	0.8
22	2.0	51.5	11.8	20.4	17.2	35.0 — 16.9 = 18.1	17.5	14.7	16.9	1.0
23	7.0	69.0	10.1	14.3	14.1	27.4 — 12.2 = 15.2	8.6	8.4	7.2	0.8
Gj.sn.	7.3	64.9	11.0	16.9	15.7	27.4 — 11.8 = 15.6	11.5	11.6	10.2	0.9
				10.—12. november 4.3—4.7—4.2°			*22.—24. november* 5.1—4.5°			
20	0	65.0		1.4		8.6 — 7.4 = 1.2	3.2		3.1	1.0
21	1.0	75.0		3.5		11.1 — 8.0 = 3.1	3.5		3.2	0.9
24	2.0	69.0		2.0		7.1 — 5.5 = 1.6	3.5		3.2	0.9
25	1.5	54.0		3.5		16.5 — 13.5 = 3.0	3.1		2.6	0.8
26	2.0	62.0	17.4	2.3	1.3	9.8 — 8.2 = 1.6	3.9	2.2	3.7	1.0
27	4.0	87.0	13.9	3.6	2.6	4.2 — 1.3 = 2.9	2.9	2.1	2.6	0.9
Gj.sn.	1.8	68.7	15.7	2.7	2.0	9.6 — 7.3 = 2.2	3.4	2.2	3.1	0.9

Tabell I (forts.).

Osters nr.	Vekt-øking g	Total-vekt g	Netto-innhold %	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml 100 g Totalv.	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Ufiltrert vann: CO_2 produksjon ml/100 g Totalvekt	Filtrert vann: O_2 iorbruk ml/100 g Totalv.	Filtrert vann: O_2 iorbruk ml/10 g Nettov.	Filtrert vann: CO_2 prod. ml/100 g Tovalv.	R.Q
				1.—3. desember 4.7—4.2—3.6°			*8.—10. desember* 3.2—3.4—3.5°			
20	1.0	66.0		1.7		5.8 — 4.6 = 1.2	2.9		2.6	0.9
21	2.0	77.0		3.0		6.2 — 3.5 = 2.7	1.8		1.3	0.7
24	1.0	70.0		1.7		5.8 — 4.7 = 1.1	3.7		3.7	1.0
25	3.0	57.0		1.9		7.7 — 6.3 = 1.4	2.3		1.8	0.8
28	1.0	70.0	13.6	2.1	1.6	5.3 — 3.6 = 1.7	2.7	2.0	2.3	0.9
29	3.0	70.0	12.7	2.7	2.1	7.7 — 5.4 = 2.3	3.0	2.4	2.6	0.9
Gj.sn.	1.8	68.3	13.2	2.2	1.9	6.4 — 4.7 = 1.7	2.7	2.2	2.4	0.9
				1942. 5.—7. januar 4.2—2.9—2.5°			*12.—14. januar* 1.2—1.5—1.5°			
20	0	66.0		0.8		3.3 — 3.0 = 0.3	0.3		0.3	1.0
21	0	77.0		1.3		7.7 — 6.5 = 1.2	0.1		0.3	3.0
24	0	70.0		1.1		5.1 — 4.5 = 0.6	1.1		0.7	0.6
25	0	57.0		1.8		7.9 — 6.5 = 1.4	0.2		0.9	4.5
30	0	81.0	12.4	2.5	2.5	11.5 — 9.4 = 2.1	0.9	0.7	0.9	1.0
31	0	83.0	11.2	0.6	0.5	6.4 — 6.1 = 0.3	0.2	0.2	0.2	1.0
Gj.sn.	0	72.3	11.8	1.4	1.5	7.0 — 6.0 = 1.0	0.5	0.5	0.6	1.2 (1.85)
				7.—9. mai 4.0—5.5—3.8°						
112	—1.0	60.0		0.5		6.0 — 5.8 = 0.2				
118	—2.0	68.0		1.9		4.0 — 2.4 = 1.6				
120	—1.0	80.0		1.0		5.3 — 4.7 = 0.6				
122	0	52.0		0.9		7.2 — 6.3 = 0.9				
125	—1.0	62.0		4.0		4.7 — 1.3 = 3.4				
129	—2.0	68.0		2.9		4.9 — 2.4 = 2.5				
Gj.sn.	—1.2	65.0		1.9		5.3 — 3.8 = 1.5				
							1.—3. juni 9.2—9.1—9.3°			
112	0	60.0					1.0		0.8	0.8
118	0	68.0					6.6		6.2	0.9
120	0	80.0					2.6		2.5	1.0
125	—2.0	60.0					5.8		5.7	1.0
129	—4.0	64.0	13.9				7.5	5.4	7.2	1.0
137	0	49.0	15.3				8.2	5.3	8.0	1.0
Gj.sn.	—1.0	63.5	14.2				5.3	5.4	5.1	1.0

Tabell I (forts.).

Østers nr.	Vekt-øking g	Total-vekt g	Netto-innhold %	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov	Ufiltrert vann: CO_2 produksjon ml/100 g Totalvekt	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Filtrert vann: CO_2 prod. ml/100 g Totalv.	R. Q
				10.—12. juni 11.0—11.3—12.0°					*18.—19. juni* 12.2—12.4°	
112	0	60.0		11.5		16.4 — 5.4 = 11.0	8.4		8.0	0.9
118	—1.0	67.0		9.9		13.6 — 4.5 = 9.1	7.5		6.3	0.8
120	0	80.0		8.5		12.8 — 5.2 = 7.6	5.8		5.3	0.9
125	+1.0	61.0		10.0		13.6 — 4.6 = 9.0	7,9		6.9	0.9
144	+1.0	67.0	14.2	10.6	7.5	14.8 — 4.8 = 10.0	10.3	7.3	10.0	1.0
145	0	35.0	8.3	12.3	14.8	18.9 — 7.7 = 11.2	8.9	10.7	7.7	0.9
Gj.sn.	+0.1	61.7	11.3	10.5	11.2	15.0 — 5.4 = 9.6	8.1	9.0	7.4	0.9
				18. juli 15°					*23. juli* 14.2°	
112	4.0	64.0		30.0		58.4 — 29.2 — 29.2	22.2		20.3	0.9
151	0	60.0		23.5		62.3 — 40.5 = 21.8	19.7		17.5	0.9
152	0	50.0		13.2		44.4 — 33.2 = 11.2	6.2		3.8	0.6
158	1.0	65.0		27.3		56.1 — 30.4 = 25.7	18.1		16.1	0.9
164	2.0	57.0	14.6	26.7	18.3	59.5 — 35.6 = 23.9	19.5	13.4	18.4	0.9
170	1.0	56.0	13.0	26.2	20.1	39.6 — 15.3 = 24.3	17.7	13.6	15.5	0.9
Gj.sn.	1.3	58.7	13.8	24.5	19.2	53.4 — 30.7 = 22.7	17.2	13.5	15.3	0.9
				14. august 14.8°					*20. august* 15.9°	
112	4.0	68.0		20.7		64.8 — 45.0 = 19.8	23.4		23.4	1.0
151*	1.0	61.0		25.1		41.1 — 17.0 = 24.1	31.2		30.2	1.0
158	1.0	66.0		17.6		39.0 — 24.8 = 14.8	25.0		24.1	1.0
173	0	69.0		16.8		19.6 — 5.4 = 14.2	23.1		22.2	1.0
178	2.0	57.0	13.8	30.2	21.8	74.2 — 46.3 = 27.9	35.4	25.6	33.4	0.9
189	0	69.0	8.1	2.6	3.2	16.8 — 15.1 = 1.7	7.1	8.7	7.1	1.0
Gj.sn.	1.3	65.0	11.0	18.8	12.5	42.6 — 25.5 = 17.1	24.2	17.2	23.4	1.0

* Hadde gytt under forsøket 20. august.

Tabell II. *Østersbassenget 1941—42.*

Østers nr.	Vekt-øking g	Total-vekt g	Netto-innhold %	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Ufiltrert vann: CO_2 produksjon ml/100 g Totalvekt	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Filtrert vann: CO_2 prod. ml/100 g Totalv.	R. Q
				1941. 3.—4. juli 22.3—22.6°						
1		44.0		30.2		24.3 — 7.0 = 17.3				
2		43.0		36.1		36.8 — 17.7 = 19.1				
3		46.0		35.6		67.4 — 28.0 = 39.4				
4		41.5		41.4		21.7 — 8.7 = 13.0				
Gj.sn.		43.6		35.8		37.6 — 15.4 — 22.2				
				9. juli 20.6°						
5		45.5		17.4		62.5 — 44.2 = 18.3				
6		46.8		35.7		63.8 — 37.6 = 26.2				
7		39.0		26.9		52.6 — 38.0 = 14.6				
8		44.0		21.8		72.4 — 53.5 = 18.9				
Gj.sn.		43.8		25.5		62.8 — 43.3 = 19.5				
				7. august 22.5—22.0°						
23	4.5	53.0	11.9	17.2	14.4	26.2 — 10.7 = 15.5				
24	0	39.0	6.7	39.5	59.3	34.4 — 5.0 = 29.4				
26	5.0	44.0		26.1		56.9 — 31.7 = 25.2				
27		40.0		42.0		51.5 — 15.5 = 36.0				
Gj.sn.		44.0	9.3	31.2	36.9	42.2 — 15.7 = 26.5				
							9.—10. september 18.0—17.3°			
30	2.5	60.0					14.5		11.7	0.8
31	6.0	48.5					15.3		13.4	0.9
32	8.0	58.5	12.6				15.7	12.4	14.2	0.9
33	3.5	60.0	10.8				16.7	15.4	14.5	0.9
Gj.sn.	5.0	56.8	11.7				15.6	13.9	13.5	0.9
				6.—7. oktober 12.8—12.7°			*13.—14.oktober* 8.7—8.5°			
35	4.5	55.5	15.7	27.9	17.8	36.2 — 9.4 = 26.8	12.8	7.8	10.6	0.8
36	4.0	61.0	14.3	27.4	19.2	29.5 — 4.6 = 24.9	5.6	3.9	5.6	1.0
37	4.0	64.0		25.2		22.8 — 0 = 22.8	10.6		9.2	0.9
38	5.0	70.0		22.2		49.5 — 29.2 = 20.3	8.9		6.6	0.7
Gj.sn.	4.4	62.6	15.0	25.7	18.5	34.5 — 10.8 = 23.7	9.5	5.9	8.0	0.9

Tabell II (forts.).

Østers nr.	Vekt-øking g	Total-vekt g	Netto-innhold %	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Ufiltrert vann: CO_2 produksjon ml/100 g Totalvekt	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Filtrert vann: CO_2 prod. ml/100 g Totalv.	R. Q
				12.—14. november 3.6—3.6—3.2°			*25.—27. november* 3.6—3.6—3.6°			
9	0	39.0		1.5		5.4 — 4.6 = 0.8	2.0		1.5	0.8
10	0	53.0		3.2		10.0 — 7.2 = 2.8	0.9		0.6	0.7
12	2.0	54.0		2.6		10.9 — 9.0 = 1.9	2.0		1.9	1.0
17	0	47.0		1.9		9.6 — 8.3 = 1.3	1.7		1.5	0.9
37	5.0	69.0	11.6	3.0	2.6	9.6 — 7.1 = 2.5	0.9	0.8	0.7	0.8
38	5.0	75.0	10.7	2.5	2.7	4.4 — 2.3 = 2.1	2.3	2.4	1.9	0.9
Gj.sn.	2.0	56.2	11.2	2.5	2.7	8.3 — 6.4 = 1.9	1.6	1.6	1.4	0.9
				2.—4. desember 3.8—3.6—3.4°			*9.—11. desember* 3.6—3.8—4.0°			
9	0	39.0		1.3		4.1 — 3.1 = 1.0	3.3		2.8	0.9
10	0	53.0		1.1		5.1 — 4.4 = 0.7	3.2		2.5	0.8
12	0	54.0		1.7		8.5 — 7.2 = 1.3	3.3		3.0	0.9
17	0	47.0		0		6.4 — 6.0 = 0.4	3.4		2.8	0.8
39	0	42.0	2.4	0.7	3.0	8.1 — 7.6 = 0.5	3.8	16.0	3.1	0.8
40	0	57.0	11.9	2.1	1.8	6.8 — 4.9 = 1.9	4.6	3.8	3.0	0.7
Gj.sn.	0	48.7	7.2	1.2	2.4	6.5 — 5.5 = 1.0	3.6	9.9	2.9	0.8
				1942. 6.—8. januar 1.5—0.3—÷0.5°			*13.—15. januar* ÷ 1.1—÷1.1—÷.1.1°			
10	0	53.0		1.5		8.3 — 7.4 = 0.9	0.4		0.4	1.0
11	0	64.0		3.0		7.3 — 4.8 = 2.5	0.5		1.3	2.6
12	0	54.0		1.9		9.3 — 7.8 = 1.5	0.4		0.9	2.3
17	0	47.0		1.5		8.1 — 7.0 = 1.1	0.6		0	0
41	0	62.0	12.4	2.1	1.7	4.4 — 2.6 = 1.8	0.3	0.3	1.3	4.3
42	0	72.0	12.9	2.6	2.0	5.3 — 2.9 = 2.4	0.3	0.2	0.7	2.3
Gj.sn.	0	58.7	12.7	2.1	1.9	7.1 — 5.4 = 1.7	0.4	0.3	0.8	2.0
				7.—8. mai 15.7—16.0°						
111	+2.0	51.0		15.3		20.8 — 7.5 — 13.3				
114	+1.0	55.0		16.5		22.2 — 7.6 = 14.6				
115	+0.5	59.0		12.7		18.6 — 6.7 = 11.9				
135	+3.0	68.0		8.4		12.6 — 5.4 = 7.2				
137	—1.0	47.0		20.2		25.3 — 6.7 = 18.6				
143	—1.0	60.0		16.1		23.9 — 8.6 = 15.3				
Gj.sn.	+0.8	56.6		14.9		20.6 — 7.1 = 13.5				

Tabell II (forts.).

Østers nr.	Vekt-øking g	Total-vekt g	Netto-innhold %	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Ufiltrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Ufiltrert vann: CO_2 produksjon ml 100 g Totalvekt	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/100 g Totalv.	Filtrert vann: O_2 forbruk ml/10 g Nettov.	Filtrert vann: CO_2 prod. ml/100 g Totalv.	R. Q
							3.—4. juni 22.6—22.7°			
111	—0.5	50.5					15.9		15.3	1.0
115	0	59.0					10.7		9.9	0.9
137	0	47.0					13.4		11.8	0.9
143	+2.0	62.0					10.5		9.2	0.9
145	0	50.0	11.0				12.4	11.3	11.2	0.9
150	0	45.0	7.1				10.0	14.1	8.7	0.8
Gj.sn.	0.3	52.3	9.1				12.2	12.7	11.0	0.9
				12.—13. juni 24.5—25.0°			*24.—25. juni* 25.8—26.1°			
111	0	50.5		20.0		25.7 — 7.3 = 18.4	6.7		6.3	0.9
115	0	59.0		33.4		56.3 — 24.6 = 31.7	6.3		5.4	0.9
137	0	47.0		23.2		55.8 — 33.7 = 22.1	7.9		6.8	0.9
143	0	62.0		18.1		23.1 — 6.8 = 16.3	5.2		4.2	0.8
163	0	45.0	6.2	9.3	15.0	26.0 — 18.0 = 8.0	8.9	14.3	7.6	0.9
165	1.5	33.5	9.9	27.8	28.2	76.7 — 51.9 = 24.8	11.0	11.2	9.6	0.9
Gj.sn.	0.3	49.5	8.1	22.0	21.6	43.9 — 23.7 = 20.2	7.7	12.8	6.7	0 9
				14. juli 25.6°			*22. juli* 22.3°			
111	5.5	56.0		28.6		57.2 — 29.7 = 27.5	5.7		3.4	0.6
115	10.0	69.0		23.2		99.2 — 77.9 = 21.3	6.5		5.5	0.9
137	8.0	55.0		33.9		58.2 — 25.6 = 32.6	9.3		6.9	0.7
143	9.0	71.0		26.2		54.9 — 29.7 = 25.2	9.0		8.2	0.9
166	12.0	70.0	9.4	34.7	36.8	108.8— 76.8 =32.0	12.9	13.6	11.9	0.9
181	10.0	60.0	7.8	38.3	48.9	117.4— 81.1 =36.3	6.3	8.1	5.3	0.8
Gj.sn.	9.1	63.5	8.6	30.8	41.9	82.6 — 53.5 = 29.1	8.3	10.9	6.9	0.8
				13. august 19.1°			*19. august* 18.9°			
111	3.0	59.0		32.5		64.1 — 32.6 = 31.5	33.6		31.5	0.9
115	3.0	72.0		18.1		74.0 — 56.8 = 17.2	25.0		24.0	1.0
137	1.0	56.0		29.8		49.8 — 21.0 = 28.8	34.3		32.1	0.9
143	4.0	75.0		18.1		30.5 — 13.2 = 17.3	22.3		21.5	1.0
185	6.0	67.0	13.3	34.2	25.7	59.1 — 24.9 = 34.2	31.5	23.7	30.4	1.0
186	3.0	71.0	8.9	13.1	14.8	57.6 — 46.3 = 11.3	12.3	13.8	12.3	1.0
Gj.sn.	3.3	66.7	11.1	24.3	20.3	55.9 — 32.5 = 23.4	26.5	18.8	25.3	1.0